

CIÊNCIAS BOTÂNICAS:

Evolução e diversidade de plantas

Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
Pedro Henrique Abreu Moura
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2021

CIÊNCIAS BOTÂNICAS:

Evolução e diversidade de plantas

Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
Pedro Henrique Abreu Moura
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial**Ciências Biológicas e da Saúde**

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

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí

Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

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

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

Ciências botânicas: evolução e diversidade de plantas

Diagramação: Camila Alves de Cremo

Correção: Amanda Kelly da Costa Veiga

Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga

Revisão: Os autores

Organizadores: Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
Pedro Henrique Abreu Moura

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências botânicas: evolução e diversidade de plantas /
Organizadores Vanessa da Fontoura Custódio
Monteiro, Pedro Henrique Abreu Moura. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-683-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.833211211>

1. Botânica. 2. Plantas. I. Monteiro, Vanessa da
Fontoura Custódio (Organizadora). II. Moura, Pedro Henrique
Abreu (Organizador). III. Título.

CDD 580

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

APRESENTAÇÃO

Com grande extensão territorial e diversidade de domínios morfoclimáticos, o Brasil possui a flora mais rica do mundo. Esta obra “*Ciências botânicas: evolução e diversidade de plantas*” é um pequeno compilado de pesquisas desenvolvidas em várias regiões do país, contribuindo com o avanço científico.

O primeiro capítulo é dedicado às algas, que também são estudadas em Botânica Criptogâmica. O capítulo traz resultados de um levantamento de algas marinhas bentônicas dos estados do Piauí e Maranhão, sendo encontrados representantes de algas pardas (Phaeophyta), algas vermelhas (Rhodophyta) e algas verdes (Chlorophyta).

Nos segundo e terceiro capítulos, as briófitas ganham destaque. A riqueza de espécies de musgos encontrados no estado do Mato Grosso é apresentada, contribuindo com a ampliação do conhecimento sobre a diversidade e ecologia de plantas avasculares no estado.

E claro, as samambaias também são abordadas nesta obra, mais especificamente no capítulo 4, onde os autores trazem respostas morfoecológicas de *Tectaria incisa* Cav. (Tectariaceae) em Floresta Atlântica no estado do Rio de Janeiro.

A diversidade de Angiospermas é retratada nos capítulos subsequentes. O capítulo 5 é referente à flora do Amapá, com foco na família Vitaceae. No capítulo 6, é apresentado a importância ecológica, econômica e social de *Parkia platycephala* Benth. (Fabaceae) no Cerrado. O capítulo 7 traz resultados de uma pesquisa sobre a atividade biológica de *Hesperozygis ringens* (Benth.) Epling (Lamiaceae), uma planta endêmica da região Sul do Brasil.

Já os capítulos 8 e 9 estão voltados especificamente para orquídeas, trazendo resultados de pesquisas sobre o desenvolvimento da semente e do protocormo de *Cleistes libonii* (Rchb.f.) Schltr. e de análises cienciométricas sobre pesquisas de micropropagação *in vitro* de *Cattleya walkeriana* Gardner.

E para encerrar este livro, os autores do último capítulo investigam as concepções de estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas sobre a célula, propondo estratégias para a construção de um conceito científico de célula por meio da investigação, da experimentação e da modelagem.

Desejamos a cada autor que contribuiu com esta obra os nossos agradecimentos. Aos leitores, desejamos uma leitura proveitosa e muito amor pelas Ciências Botânicas.

Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
Pedro Henrique Abreu Moura

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

E NO CAMINHO TINHA ALGAS...

Anne Dayane da Silva
Glênio Auricelio Lima Góis
Diane Jéssica Santos Freitas
Letícia Maria Rodrigues Gomes Cunha
Gesrael Silva de Lima
Maria Gardênia Sousa Batista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8332112111>

CAPÍTULO 2..... 29

BRIÓFITAS DA MATA DE GALERIA DO RIO JURUENA NO MUNICÍPIO DE SAPEZAL-MT

Patrícia Guralski Damasceno
Nelson Antunes De Moura
Carol Pereira De Barros
Janaina do Nascimento Araújo Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8332112112>

CAPÍTULO 3..... 43

DISTRIBUIÇÃO DA BRIOFLORA EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DE CERRADO DA RESERVA ECOLÓGICA SERRA DAS ARARAS, PORTO ESTRELA, MT

Carol Pereira de Barros
Nelson Antunes de Moura
Patrícia Guralski Damaceno
Janaina do Nascimento Araújo Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8332112113>

CAPÍTULO 4..... 52

RESPOSTAS MORFO-ECOLÓGICAS DE *Tectaria incisa* CAV. EM DIFERENTES SITUAÇÕES AMBIENTAIS EM REMANESCENTE DE FLORESTA ATLÂNTICA SUBMONTANA, PARACAMBI, RJ

Yumi Okumura Moliné
Ivo Abraão Araújo da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8332112114>

CAPÍTULO 5..... 67

FLORA DO AMAPÁ: VITACEAE JUSS

Mikaeli Katriny Vaz da Costa
Tonny David Santiago Medeiros
Carlos Alberto Santos da Silva Junior
Cásia Moraes Frazão
Caroline Stefhanie Paiva da Fonseca
Ana Luzia Ferreira Farias
Plinio Marcos Bahia Potyguara
Salustiano Vilar da Costa-Neto

Sheylla Susan Moreira da Silva de Almeida
Patrick de Castro Cantuária

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8332112115>

CAPÍTULO 6..... 79

DIVERSIDADE DE PLANTAS NO CERRADO BRASILEIRO: UM ENFOQUE EM *Parkia platycephala*

Jarbson Henrique Oliveira Silva
Márcia Vieira de Sousa
Paulo Sarmanho da Costa Lima
Regina Lúcia Ferreira Gomes
Ângela Celis de Almeida Lopes
Sérgio Emílio dos Santos Valente
Verônica Brito da Silva
Ana Paula Peron
Lívia do Vale Martins
Lidiane de Lima Feitoza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8332112116>

CAPÍTULO 7..... 95

INVESTIGATION OF BIOLOGICAL ACTIVITIES OF *Hesperozygis ringens*

Carolina Bolsoni Dolwitsch
Fernanda Brum Pires
Camilla Filippi dos Santos Alves
Matheus Dellaméa Baldissera
Lucas Mironuk Frescura
Bryan Brummelhaus de Menezes
Marina Zadra
Sílvia Gonzalez Monteiro
Liliana Essi
Camilo Amaro de Carvalho
Marcelo Barcellos da Rosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8332112117>

CAPÍTULO 8..... 106

DESENVOLVIMENTO DA SEMENTE E DO PROTOCORMO DE *Cleistes libonii* (Rchb.f.) Schltr. (Orchidaceae: Vanilloideae)

Laís Soêmis Sisti
Marta Pinheiro Niedzwiedzki
Juliana Lischka Sampaio Mayer

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8332112118>

CAPÍTULO 9..... 120

ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA DAS PESQUISAS CIENTÍFICAS SOBRE MICROPROPAGAÇÃO *IN VITRO* DE *Cattleya walkeriana* DOS ANOS DE 1999 A 2019

Gabriela Divina Alves de Oliveira
Andréa Mara de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8332112119>

CAPÍTULO 10..... 131

INVESTIGANDO O CONCEITO DE CÉLULA ENTRE INGRESSANTES DE UM CURSO SUPERIOR EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Mirley Lucine dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.83321121110>

SOBRE OS ORGANIZADORES 143

ÍNDICE REMISSIVO..... 144

CAPÍTULO 1

E NO CAMINHO TINHA ALGAS...

Data de aceite: 01/11/2021

Anne Dayane da Silva

Graduanda em Biologia - Universidade
Estadual do Piauí
Teresina – PI
<http://lattes.cnpq.br/8203099651717451>

Glênio Auricelio Lima Góis

Graduanda em Biologia - Universidade
Estadual do Piauí
Teresina – PI
<http://lattes.cnpq.br/3261946519180546>

Diane Jéssica Santos Freitas

Graduanda em Biologia - Universidade
Estadual do Piauí
Teresina – PI

Leticia Maria Rodrigues Gomes Cunha

Mestranda – PROFBIO - Universidade Estadual
do Piauí
Teresina – PI
<http://lattes.cnpq.br/3653451518828667>

Gesrael Silva de Lima

Mestrando - Ensino e História das Ciências e
da Matemática - Universidade Federal do ABC
-UFABC
Santo André – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/9030057043867392>

Maria Gardênia Sousa Batista

Doutora - Universidade Estadual do Piauí
Teresina – PI
<http://lattes.cnpq.br/118410980618896>

RESUMO: *E no caminho tinha algas...* faz

parte do levantamento florístico das algas marinhas bentônicas dos estados do Piauí e Maranhão, desenvolvido pelo Laboratório de Ficologia da Universidade Estadual do Piauí. Os exemplares foram provenientes de coletas realizadas nas praias do Coqueiro, litoral piauiense e praia do Araçagi no Maranhão. O material foi coletado, triado e fixado, seguindo-se as técnicas usuais em ficologia marinha. Para identificação taxonômica, os estudos basearam-se no aspecto geral de cada exemplar e de suas estruturas morfoanatomicas. Através da análise foram reconhecidas e ilustrados 18 (dezoito)

Gêneros, distribuídos em seis (06) exemplares de **Phaeophyta** – algas pardas: *Sargassum*, *Padina*, *Dictyota*, *Dictyopteris*, *Lobophora*, *Spatoglossum*; sete (07) de **Rhodophyta** – algas vermelhas: *Solieria*, *Botryocladia*, *Bostrychia*, *Hypnea*, *Corallina*, *Ceramium*, *Rhodymenia* e cinco (05) de **Chlorophyta** – algas verdes: *Ulva*, *Codium*, *Valonia*, *Caulerpa* e *Acetabularia*.

Palavras-chave: Algas; Macroalgas; Diversidade.

AND THE ROAD WAS SEAWEED...

ABSTRACT: And on the way there was algae... it is part of the floristic survey of benthic marine algae in the states of Piauí and Maranhão, developed by the Phycology Laboratory of the State University of Piauí. The specimens came from collections carried out on the beaches of Coqueiro, Piauí coast and Araçagi beach in Maranhão. The material was collected, sorted and fixed, following the usual techniques in marine ficology. For taxonomic identification, the studies were based on the general appearance

of each specimen and its morphoanatomical structures. Through the analysis, 18 (eighteen) genera were recognized and illustrated, distributed in six (06) **Phaeophyta** – brown algae: *Sargassum*, *Padina*, *Dictyota*, *Dictyopteris*, *Lobophora*, *Spatoglossum*; seven (07) of Rhodophyta – red algae: *Solieria*, *Botryocladia*, *Bostrychia*, *Hypnea*, *Corallina*, *Ceramium*, *Rhodymenia*, and five (05) of Chlorophyta – green algae: *Ulva*, *Codium*, *Valonia*, *Caulerpa* and *Acetabularia*.

KEYWORDS: Algae; Macroalgae; Diversity.

INTRODUÇÃO

A noção de que as plantas e os animais não são imutáveis, que evoluem, e que a sistemática vai muito além da mera descrição de tipos, implicou, a muito custo, a rejeição do essencialismo, um sistema filosófico com mais de 2000 anos. A teoria da evolução de Darwin converteu-se no novo paradigma unificador e organizador de toda a vida, e a busca das essências transformou-se numa demanda dos caracteres e tipos ancestrais. A ideia que os seres vivos mudam com o tempo é anterior a Charles Darwin, porém a ele se deve a identificação do mecanismo crucial da seleção natural e a reunião de um copioso e conveniente conjunto de evidências reunido a partir do mundo natural. Embora carecendo de uma definição precisa até a emergência da síntese evolucionária moderna, a espécie pode ser interpretada como um aglomerado de indivíduos similares com características fenotípicas espacial e temporalmente instáveis, submetido a pressões seletivas que condicionam a sua história evolutiva.

Para a compreensão da evolução das plantas, é essencial compreender que as plantas não podem ser dissociadas do ambiente. Sendo necessário o conhecimento das principais alterações do planeta. Inicialmente a superfície da Terra seria, muito quente devido ao calor liberado pelo núcleo e pelos impactos meteóricos que atingiam a o planeta. A crosta desenvolveu-se há cerca de 3Ga e era constituída por rochas ígneas e restos de milhares de meteoritos que bombardeavam a Terra. Possuía devido a intensa atividade vulcânica, grandes concentrações de CO₂ e CH₄, temperatura em torno de 30 e 50°C e concentração de oxigênio inferior a 1% relativamente ao da atmosfera atual. Existiam outros gases como o hidrogênio, cianeto de hidrogênio, sulfeto de hidrogênio e formaldeído. Foi neste ambiente hostil que surgiram as primeiras formas de vida (MENDÃO, 2007).

Diante deste cenário, estão entre os primeiros seres vivos, as cianobactérias que estiveram na origem da presença do dióxigenio na atmosfera e, portanto, da vida aeróbia no nosso planeta. As Cianofíceas fazem parte do grupo das “algas” de origem bacteriana. Na árvore filogenética do mundo vivo, todas as outras algas pertencem aos eucariontes. As algas são frequentemente muito mal conhecidas, especialmente em termos filogenéticos, visto que todos esses organismos não têm, muitas vezes, qualquer laço de parentesco entre si, mas, por razões ligadas a história das ciências, foram durante muito tempo reagrupados em um mesmo grupo artificial – as “algas”. (FRANCESCHINI *et al*, 2010).

Os organismos denominados de algas, são objetos de estudo da *Ficologia* (do grego *phycos* = *algas*). O termo *alga* não apresenta nenhum sentido taxonômico ou filogenético, abrangendo um coletivo de organismos diversos, incluídos em três domínios de seres vivos – Eubacteria e Eucaria. (LEE, 2008). As algas constituem um “grupo” de organismos com ampla diversidade de formas, funções e estratégias de sobrevivência e que não tem origem monofilética, conforme demonstrado, em especial, pela teoria da endossimbiose dos cloroplastos e das mitocôndrias e por estudos bioquímicos e de biologia molecular. Pode-se, então, conceituar algas como organismos fotossintéticos, que variam de uni a pluricelulares e cujos órgãos de reprodução (gametângios ou esporângios uni ou pluricelulares) não são envolvidos por camada de células estéreis BICUDO e MENEZES, 2010).

As algas tradicionalmente eram descritas como seres fotossintetizantes mais “simples ou primitivos” que apresentavam clorofila *a* e a partir dos quais surgiram as plantas terrestres consideradas mais “complexas” e coletivamente conhecidas como embriófitas (briófitas e plantas vasculares). Os organismos fotossintetizantes eucarióticos apresentam uma diversidade de cloroplastos que diferem em sua forma, ultraestrutura e pigmentação. Entender as origens e as relações das diferentes linhagens de organismos fotossintéticos e de seus cloroplastos é um importante problema da biologia evolutiva. A evolução dos eucariotos fotossintetizantes e a origem dos seus cloroplastos tem sido alvo de intensa pesquisa a qual foi impulsionada pelos usos de métodos moleculares. A ficologia tem evoluído no uso das técnicas de análises da ultraestrutura celular e de filogenia baseada em dados moleculares para elucidar as várias linhagens de algas e como estão relacionadas entre si e os demais grupos de organismos (OLIVEIRA, 2005).

Apesar da relevância das “algas”, muitas vezes, elas são negligenciadas ou abordadas de forma superficial e memorística nas salas de aula. Isso, em nossa visão, contribui para o agravamento de problemas relacionados ao ensino de Botânica, conforme destacam alguns estudos: Kinoshita *et al.* (2006), por exemplo, comentam como essa área é teórica e subvalorizada dentro do ensino de Ciências e Biologia. Santos (2006) e Macedo *et al.* (2012), por sua vez, afirmam que a Botânica é considerada complexa e de difícil entendimento por parte de educadores e estudantes, o que pode ser um reflexo do fato de tal disciplina ser apresentada de forma memorística e sem considerações históricas e evolutivas. Esses aspectos agravam o fenômeno conhecido como “cegueira botânica”, bem como o que Uno (2009) define como “analfabetismo botânico”. No entanto, acreditamos que é possível empreender uma abordagem da Botânica, incluindo as “algas”, que seja mais contextualizada e apresente um enfoque interdisciplinar e evolutivo o que, provavelmente, será mais atrativo e interessante para alunos e professores.

Dentre os vários grupos de algas, três são mais amplamente reconhecidos e tradicionalmente classificados pela cor predominante: **RHODOPHYTA - as algas vermelhas**, **CHLOROPHYTA - as algas verdes**, **PHAEOPHYTA - as algas pardas**. São algas filogeneticamente muito distantes, cuja divergência remonta a possíveis bilhões de

anos. A dificuldade de estabelecer relações evolutivas entre essas linhagens e devido a ampla diversidade entre elas, são tradicionalmente estudadas utilizando-se de seus caracteres como morfologia, anatomia, ciclos de vida, entre outros aspectos.

As algas apresentam grande importância tanto no campo ecológico, como no campo econômico. Dentre os fatores mais atuantes que demonstram sua relevância, podemos citar que é um grupo de organismos fotossintetizantes, com função ecológica semelhante ao das plantas – isto é, produtores primários que utilizam energia luminosa para fabricar seu próprio alimento. Formam o fitoplâncton, que está presente na base da cadeia alimentar marinha e sustenta a existência de diversas espécies, e é também o grande responsável pela principal produção de oxigênio em escala global, sendo aproximadamente 90% do O₂ presente na atmosfera, proveniente da fotossíntese destes organismos. São capazes de ocupar diversos ambientes, dentre eles, mares e habitats de água doce – lagoas, lagos e rios – onde podem representar os maiores contribuintes para a produtividade destes ecossistemas. Também são encontrados nas zonas polares, onde resistem por meses na escuridão e sob a camada de gelo. Ao longo da zona costeira rochosa, podem ser encontradas as macroalgas, de maior porte e complexidade (RAVEN *et al*, 2007).

Como forma de alimentação, as algas são consumidas principalmente no oriente e são base de uma dieta rica em proteínas, vitaminas e sais minerais. Nesses países elas apresentam um forte valor cultural na culinária e sustentam, de forma economicamente viável e com seu alto valor nutricional, a alimentação de centenas de pessoas. Entre os grupos que são mais consumidos podemos citar as chamadas algas vermelhas (Rhodophyta) e as pardas (Phaeophyta), que podem ser facilmente cultivadas em viveiros ou simplesmente coletadas no meio marinho. São amplamente utilizadas na produção de ágar, alginatos e carragenanas, coloides usados como componentes alimentícios e em laboratórios de biociências. Estas substâncias são produzidas principalmente por algumas espécies de algas marinhas. Podem ser usadas como eficientes fertilizantes e adubos na agricultura, pois seus talos são ricos em minerais essenciais ao desenvolvimento das plantas, como o nitrogênio e o potássio. Com fins medicinais, são usadas principalmente no oriente, fazendo parte de uma cultura milenar, presente especialmente em países como China, Coréia e Japão, representando uma fonte importante de antioxidantes naturais.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é contribuir para o conhecimento das algas marinhas do litoral dos estados do Piauí e Maranhão, visando identificar sua classificação, a partir de suas características morfológicas e anatômicas.

MÉTODOS

Etapas de campo

Foram realizadas coletas de macroalgas marinhas, no período de janeiro de 2020

e agosto de 2021, na região de mesolitoral em substrato rochoso, nos Estados do Piauí e Maranhão, nas praias do Coqueiro em Luís Correia, Pi (2° 51' 51.1"S e 41° 38' 7W). E na praia do Araçagi, localizada no município de São José de Ribamar, Ma, entre as coordenadas de 2° 27' 53.65"S e 44° 11' 50.99"W.

Em campo, as algas foram coletadas manualmente com o auxílio de espátulas. Sendo selecionados espécimes férteis, saudáveis e com poucas epífitas e com talos íntegros incluindo a parte basal. As algas coletadas passaram por lavagem para que sejam removidos sedimentos e organismos que possam estar associados. Em seguida as algas foram armazenadas em frascos contendo água do mar, de modo que o volume de água não ultrapasse 50% do volume do frasco, para que assim seja possível a realização de trocas gasosas, e etiquetar os frascos com data, hora e local de coleta. Posteriormente, foram colocados os frascos em caixas térmicas contendo bolsas térmicas congeladas, de modo que elas não entrem em contato com o material coletado, com o propósito das algas serem mantidas em um ambiente com temperatura em torno de 23 °C onde foram conduzidas ao Laboratório de Ficologia da Universidade Estadual do Piauí - LabFil. Os dados de coletas foram anotados e incluídos no processo de herborização.

No laboratório as algas coletadas foram triadas e colocadas em placas de Petri, contendo água do mar ou água destilada, para dessa formar evitar que ocorra sua desidratação. Em seguida com o auxílio de uma pinça e de uma gilete, foram feitos cortes transversais ao talo das algas, observando-se as estruturas reprodutoras e o tecido das algas, bem como áreas de crescimento. Para a preparação de lâminas, é importante destacar que os cortes foram realizados a mão com o auxílio de giletes e que os cortes pequenos e finos do material são inseridos em lâminas com uma gota de glicerina e água destilada (50%) e protegido com uma lamínula para uma melhor observação no microscópio óptico. A visualização deverá ser realizada nas objetivas de 10x, 40x e 100x. O material foi fotografando e em seguida as partes analisadas das algas foram descritas de acordo com a bibliografia especializada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PHAEOPHYTA (Algas Pardas)

As algas desta divisão também são chamadas de algas pardas ou feófitas (do grego *Phaios* = pardo, *Phyton* = planta). Sua morfologia apresenta uma grande diversidade; suas dimensões variam muito desde organismos microscópicos até talos gigantes – *kelps*. São majoritariamente marinhas, de regiões equatoriais e tropicais até em regiões subpolares, sendo que nas regiões frias elas apresentam maior diversidade.

Os membros da classe Phaeophyceae são classificados em diferentes ordens de acordo com a organização do talo, tipo de crescimento, tipo de reprodução sexuada, padrão de histórico de vida e organização dos cloroplastos. Os membros desta ordem apresentam

os talos formados por tufos frouxos com filamentos unisseriados ramificados, organização heterotríquia, nunca unidos em um tecido pseudoparenquimatoso. O crescimento do talo é do tipo difuso. O ciclo de vida é diplobionte e isomórfico e a sexualidade é isogâmica ou anisogâmica. Entre as algas pardas, as estruturas reprodutivas podem ser denominadas de 'órgãos' pluriloculares e uniloculares. As células produzidas na estrutura plurilocular são móveis e derivadas de mitose. A estrutura plurilocular pode ocorrer tanto no gametófito quanto no esporófito, enquanto a estrutura unilocular ocorre apenas no esporófito e é o centro da meiose (BOLD & WYNNE 1985; REVIERS, 2006).

A parede celular das Phaeophyceae é composta por microfibrilas de celulose, dois principais polissacarídeos ácidos (alginato e fucoidina), várias proteínas e compostos fenólicos. Nos vegetais a formação da parede celular é acompanhada com o marcador para celulose, o *calcofluor white*, corante fluorescente que tem sido introduzido para a identificação de material da parede celular de diferentes espécies de plantas inclusive algas.

As Phaeophyceae apresentam cloroplastos geralmente de forma discoide com tilacóides arranjados em grupos de três, formando uma banda, e o conjunto de bandas é envolvido por uma banda periférica circular. As algas pardas são muito utilizadas na alimentação em usos industriais dos alginatos, esses polímeros são utilizados como suporte em biotecnologias em setores variados desde a petroquímica, indústria alimentar e na formulação de fármacos, nutracêuticos e cosméticos (LEE, 2008).

Sargassum C. Agardh

Reino Chromista **Filo** Ochrophyta **Classe** Phaeophyceae **Ordem** Fucales

Família Sargassaceae **Gênero** *Sargassum*

Algas constituídas por apressório, eixos principais e ramos laterais, os quais se diferem a partir dos eixos principais e constituem a maior parte do talo. Os ramos de última ordem são laminares e assemelham-se às folhas das angiospermas, possuindo uma nervura central, sendo denominados filóides. Em algumas espécies podem apresentar vesículas flutuadoras (aerocistos) e, cavidades com poros, contendo ou não tufo de pelos. Tais estruturas são denominadas criptostomas. No que se refere ao sexo podem ser dioicas (unissexuais) ou monoicas (bissexuais), de acordo com a ocorrência de apenas um dos sexos em cada planta, ou ambos os sexos no mesmo exemplar, respectivamente. Nas monoicas, ambos os sexos podem ocorrer ou não no mesmo conceptáculo. Se ocorrer no mesmo conceptáculo são chamadas de hermafrodita. Se os receptáculos, apresentam na mesma alga, conceptáculos exclusivamente masculinos, ou femininos, são denominadas andromonóicas (COIMBRA, 2006).

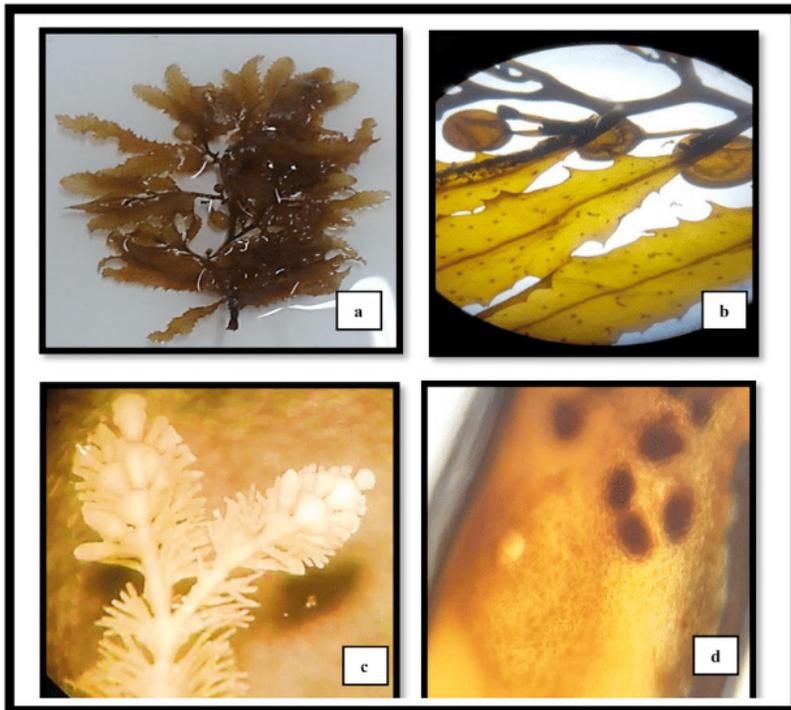


Fig. 01. **a.** Aspecto geral da alga; **b.** Detalhe do ramo com filóides e vesículas flutuadoras; **c.** Caulóide com receptáculos; **d.** Conceptáculos hermafrodita (feminino é o mais claro e o masculino é o mais escuro). **Foto:** Gardênia Batista e Anne Dayane. **Local de Coleta:** Praia do Coqueiro-Pi.

Fonte: AlgaBase (<https://www.algaebase.org>)

Padina Adanson

Reino Chromista **Filo** Ochrophyta **Classe** Phaeophyceae **Ordem** Dictyotales
Família Dictyotaceae **Gênero** *Padina*

Este gênero apresenta talo foliáceo, em forma de leque, inteiro ou fendido, apressório discoide, as vezes forte, ou ligeiramente impregnado de carbonato de cálcio. Crescimento por margem de células apicais. Margem distintamente enrolada. Pelos longos distribuídos na superfície da fronde, formando zonas concêntricas que persistem mesmo após a queda dos pelos. Organização parenquimatosa. Talos com 2 a 9 camadas de células de espessura, variando este número do ápice a base, ou entre as diferentes espécies. Esporângios preferencialmente dispostos em linhas concêntricas, formando soros indusiados ou não, distribuídos entre, acima, ou acima e abaixo das linhas de pelos. Oogónios e anterídios em soros sempre indusiados dispostos irregularmente (NUNES e PAULA, 2000).

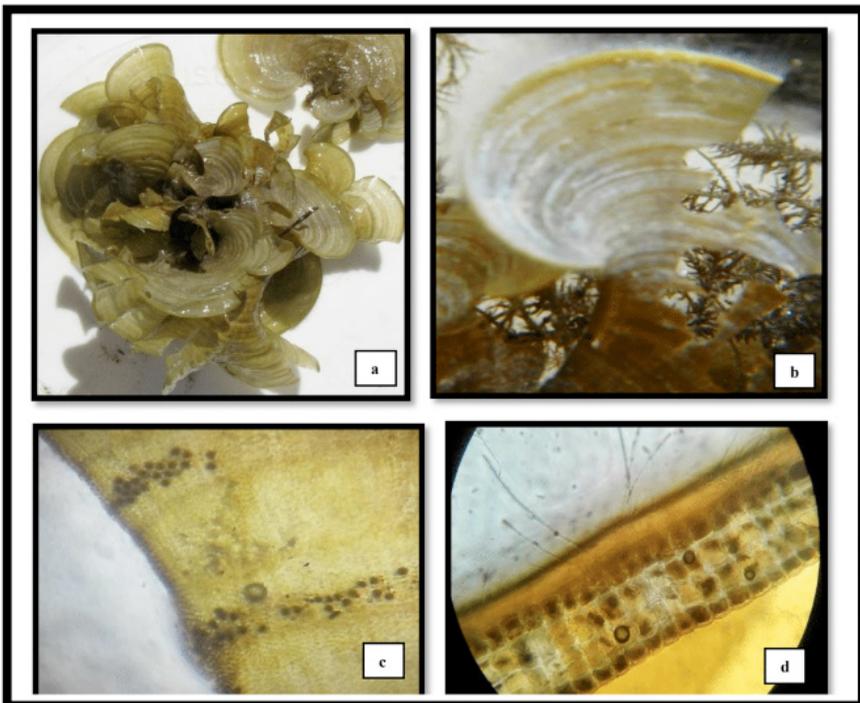


Fig. 02. **a.** Aspecto geral da alga. **b.** Detalhe da margem enrolada com pelos e das linhas concêntricas com calcificação; **c.** Esporângios dispostos nas linhas concêntricas, formando soros acima da linha. **d.** Corte transversal ao talo. **Foto:** Gardênia Batista e Anne Dayane. **Local de Coleta:** Praia do Coqueiro-Pi.

Fonte: AlgaBase (<https://www.algaebase.org>)

Dictyota JV Lamouroux

Reino Chromista **Filo** Ochrophyta **Classe** Phaeophyceae **Ordem** Dictyotales

Família Dictyotaceae **Gênero** *Dictyota*

Algas de cor marrom-amarelada a marrom-esverdeada, as vezes iridescentes, fixas ao substrato por numerosos rizoides, pluricelulares e unisseriados. Talo achatado, parenquimatoso, em forma de fita, as vezes torcido em espiral, sem nervura, ramificado dicotomicamente, algumas vezes com aspecto cervicorne, margens lisas ou denteadas. Tufos de pelos pluricelulares e unisseriados, esparsos na superfície do talo e em ambos os lados da lâmina. Crescimento por nítida célula apical. Esporângios globóides, isolados ou reunidos em soros não indusiados próximos aos tufos de pelos, com tetrásporos piramidais. Soros de oogônios inicialmente revestidos por indúcio, que se rompe e fica pouco visível nos soros maduros. Anterídios em soros contornados por paráfises (LOPES, 1993).

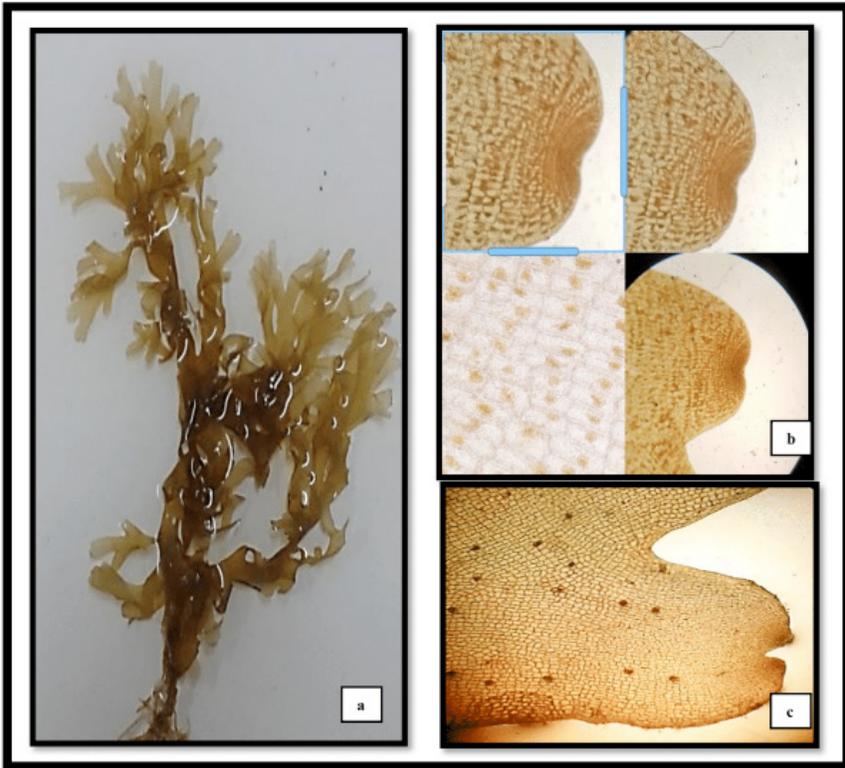


Fig. 03. **a.** Aspecto geral da alga. **Vista superficial do talo - b.** Detalhe do ápice com células apicais; **c.** Detalhe de soros de oogônios. **Foto:** Gardênia Batista . **Local de Coleta:** Praia do Coqueiro-Pi.

Fonte: AlgaBase (<https://www.algaebase.org>)

Dictyopteris JV Lamouroux

Reino Chromista **Filo** Ochrophyta **Classe** Phaeophyceae

Ordem Dictyotales **Família** Dictyotaceae **Gênero** *Dictyopteris*

O gênero *Dictyopteris* caracteriza-se por apresentar talo achatado em forma de fita com nervura central, às vezes, com nervuras pinadas dispostas obliquamente, estendendo-se até a margem, ou com nervura percorrendo toda a margem da fita. Fixação ao substrato por numerosos rizoides pluricelulares unisseriados. Ramificação dicotômica. Crescimento por margem de células apicais. Estrutura parenquimatosa. Talo com várias camadas de células na região da nervura central e poucas na região dos bordos. Pelos longos, pluricelulares, hialinos, formando grupos distribuídos irregularmente na superfície da fronde, nas duas faces da lâmina. Esporângios uniloculares globosos com tetrásporos grandes reunidos em soros, próximos aos tufos de pelos. Soros de oogônios indusiados e próximos aos tufos de pelos e em ambos os lados da fita. Anterídios em soros contornados por paráfises, em ambos os lados da fita (NUNES e PAULA, 2006).

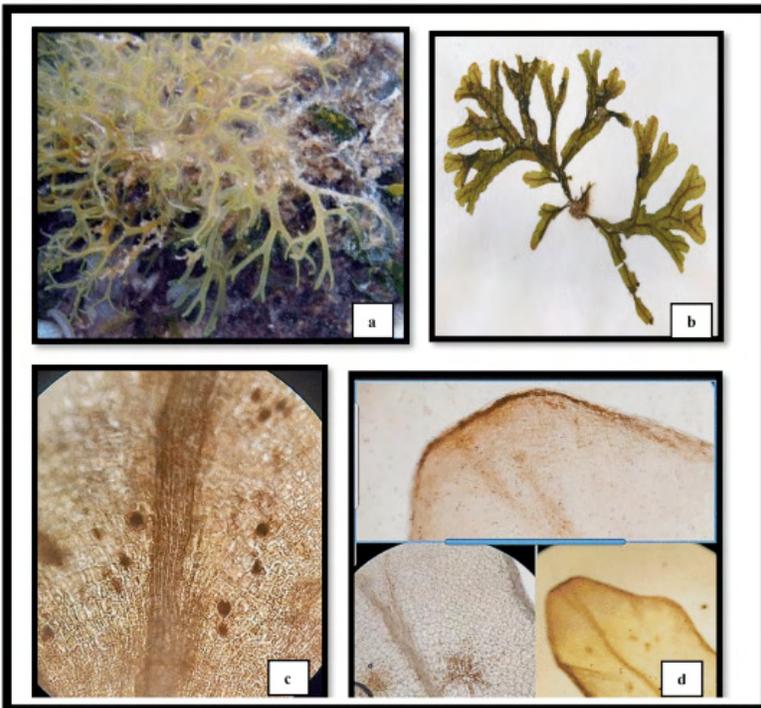


Fig. 04. **a.** Aspecto geral da alga em ambiente natural; **b.** Aspecto geral da alga evidenciando a nervura central. **Vista superficial do talo - b.** mostrando a nervura central; **c.** mostrando os esporângios de cada lado da nervura central. **Foto:** Gardênia Batista. **Local de Coleta:** Praia do Coqueiro-Pi.

Fonte: AlgaBase (<https://www.algaebase.org>)

Lobophora J. Agardh

Reino Chromista **Filo** Ochrophyta **Classe** Phaeophyceae **Ordem**
Dictyotales **Família** Dictyotaceae **Gênero** *Lobophora*

Talo foliáceo expandido, marrom escuro esverdeado, fixa ao substrato rochoso e/ou algáceo, por um apressório discoide formado por filamentos rizoidais compactados. Lâmina com margem lisa e arredondada, em forma de leque, inteira ou partida longitudinalmente pouco rígida. Ramificação simples e superfície laminar ondulada com linhas concêntricas de cor escura, distribuídas radialmente com tufo de pelos em ambas as faces do talo. Crescimento por uma margem contínua de células apicais grandes. Corte transversal do talo, mostrando região cortical formada por uma camada de células pequenas, quadráticas e pigmentadas e região subcortical formada por duas a três camadas de células pequenas, quadráticas e retangulares e pigmentadas. Região medular constituída por uma camada de células grandes e incolores. Esporângios grandes, arredondados, ovalados a irregulares, dispostos em soros em grande quantidade, sobre a superfície na face inferior do talo (LOPES, 1993).

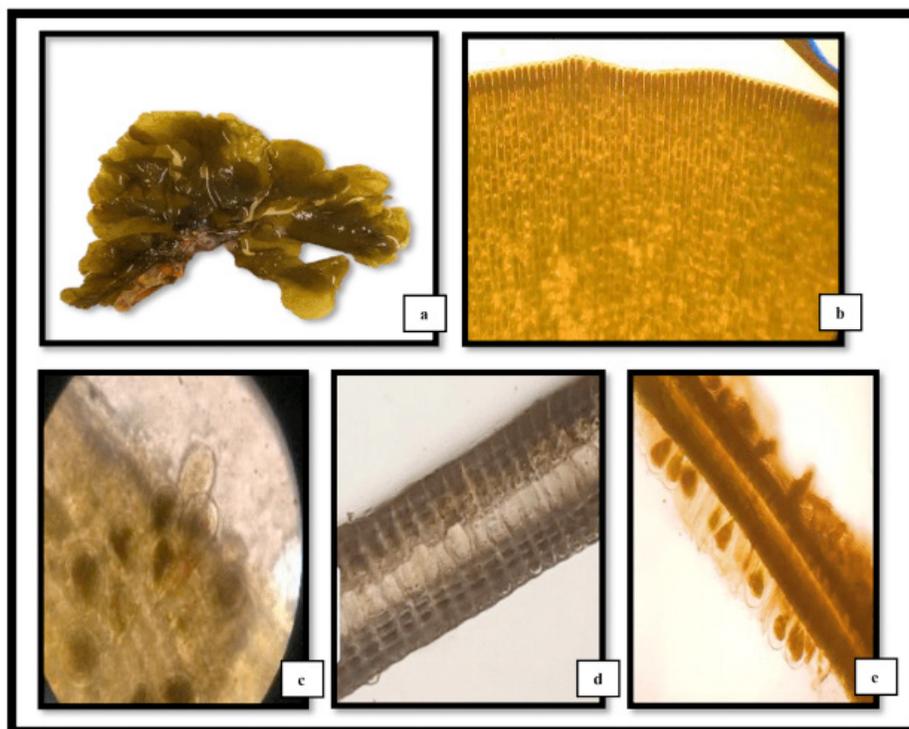


Figura 05. **a.** Aspecto geral da alga. **Vista Superficial do talo- b.** Margem de crescimento por células apicais; **c.** Esporângios em soros; **d.** Corte transversal do talo, região medular; **e.** Esporângios na parte inferior do talo. **Foto:** Gardênia Batista. **Local de Coleta:** Praia do Coqueiro-Pi.

Fonte: AlgaBase (<https://www.algaebase.org>)

***Spatoglossum* Kützing**

Reino Chromista **Filo** Ochrophyta **Classe** Phaeophyceae **Ordem**
Dictyotales **Família** Dictyotaceae **Gênero** *Spatoglossum*

Alga em forma de fita larga, com talo ereto, fixa ao substrato por apressório de filamentos rizóidais emaranhados. Ramificado dicotomicamente ou de forma irregular, margens levemente denteadas ou com proliferações. Pelos distribuídos irregularmente em ambas as faces do talo, em pequenas depressões. Crescimento por margem de células apicais. Organização parenquimatosa com 4-6 camadas de células em espessura na região mediada e até 15 nas basais. Região cortical com uma camada de células pigmentadas, retangulares (mais altas do que largas). Região medular com células incolores e pouco pigmentadas, de tamanho variável. Esporângios distribuídos irregularmente por todo o talo em ambas as faces, sendo mais frequentes na região mediana do talo, isolados ou em pequenos grupos de 2 a 4, imersos na porção cortical. Oogônios com oosfera grande, embebidos na região cortical, distribuídos em ambos os lados do talo. Anterídios em soros distribuídos por todo o talo em ambas as faces (PEDRINI, 2013).



Fig. 06. a. Aspecto geral da alga. **Vista Superficial do talo-** b. Detalhe dos esporângios maduros.

Foto: Gardênia Batista. **Local de Coleta:** Praia do Coqueiro-Pi.

Fonte: AlgaBase (<https://www.algaebase.org>)

RHODOPHYTA (Algas Vermelhas)

As algas vermelhas ou rodofíceas (do grego *Rhodon* = rosa, *Phyton* = planta), constitui-se no grupo de maior diversidade de espécies dentro das macroalgas marinhas. As algas vermelhas são predominantemente marinhas, dominam as águas tropicais e quentes, mas podem também ser encontradas em regiões consideradas mais frias do mundo. Nos ambientes marinhos, as Rhodophytas ocupam desde a zona superior da região entre marés até grandes profundidades. O material de reserva das Rhodophytas é um composto que possui propriedades intermediárias entre o amido (que é o produto de reserva das 31 plantas) e o glicogênio (reserva alimentar dos fungos, bactérias e de muitos organismos não vegetais) chamado de amido das florídeas e fica armazenado no citoplasma. A parede celular é constituída de celulose e uma camada externa de mucilagem, que pode ser galactanas, como *ágar* e *carragenana* (utilizados como espessantes ou geleificantes). Algumas algas vermelhas são consumidas diretamente como alimento humano como a *Pyropia* (*nori* - folha que envolve o *sushi*).

A maioria das Rhodophytas é multicelular, podendo atingir mais de 2 metros de comprimento. Dentre as rodofíceas, as formas filamentosas são as predominantes, mas podem apresentar talo foliáceo, cilíndrico ou crostoso. Os principais pigmentos fotossintetizantes presentes nas algas vermelhas são clorofila *a* e *d* e os pigmentos acessórios compostos de carotenos (como o betacaroteno) e ficobilinas (ficoeritrina, ficocianina e aloficocianina), que são responsáveis pela coloração avermelhada destas algas. Nesse caso, a cor verde da clorofila *a* é disfarçada pelo pigmento adicional ficoeritrina, localizado no cloroplasto, peculiar deste filo, que cede a alga a cor vermelha e o material principal de reserva é o amido, achado no citoplasma (OLIVEIRA, 2005).

Solieria J. Agardh

Reino Plantae **Filo** Rhodophyta **Classe** Florideophyceae **Ordem** Gigartinales

Família Solieriaceae **Gênero** *Solieria*

Alga de talo ereto cilíndrico, abundantemente ramificado em todas as direções, ramos cilíndricos afinando-se gradativamente para o ápice, de consistência gelatinosa firme; organização multiaxial oca. Região medular filamentososa com filamentos frouxos. Região cortical constituída de células grandes na base e pequenas para fora, ricas em cromatóforos.

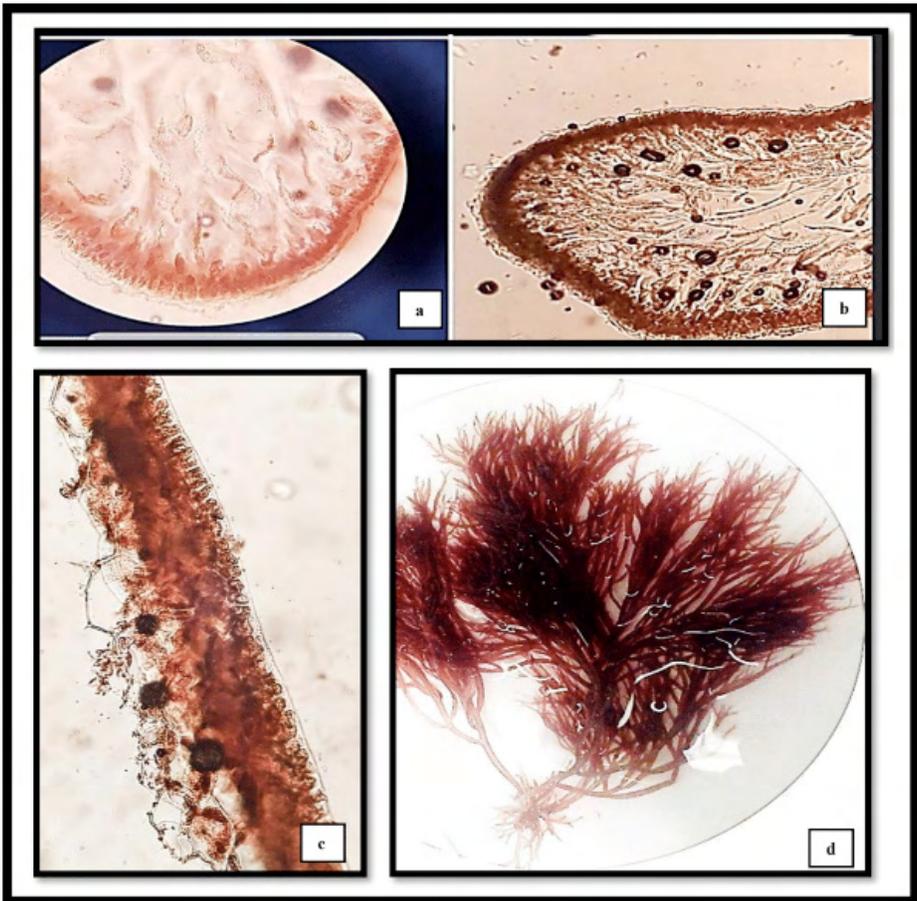


Fig. 07. **a. b. c.** Corte transversal ao talo evidenciando região medular e cortical. **b.** Aspecto geral da alga. **Foto:** Gardênia Batista e Anne Dayane.. **Local de Coleta:** Praia do Coqueiro-Pi.

Fonte: AlgaBase (<https://www.algaebase.org>)

Botryocladia (J. Agardh) Kylin

Reino Plantae **Filo** Rhodophyta **Classe** Florideophyceae **Ordem** Rhodymeniales

Família Rhodymeniaceae **Gênero** Botryocladia

Algas com eixo cilíndrico cercado por ramos inflados semelhantes a um “cacho de uva”. Crescendo isoladamente ou em tufos, com talo nitidamente dividido em duas porções, uma cilíndrica irregular e abundantemente bifurcada ou com ramos laterais irregulares transportando râmulos curtos que se distribuem radial e irregularmente em torno do eixo e tem forma de vesículas pequenas, infladas, ovais ou piriformes, sempre curtamente pedunculados. Os eixos são maciços enquanto as vesículas são ocas e cheias de mucilagem. (NASSAR, 2012).

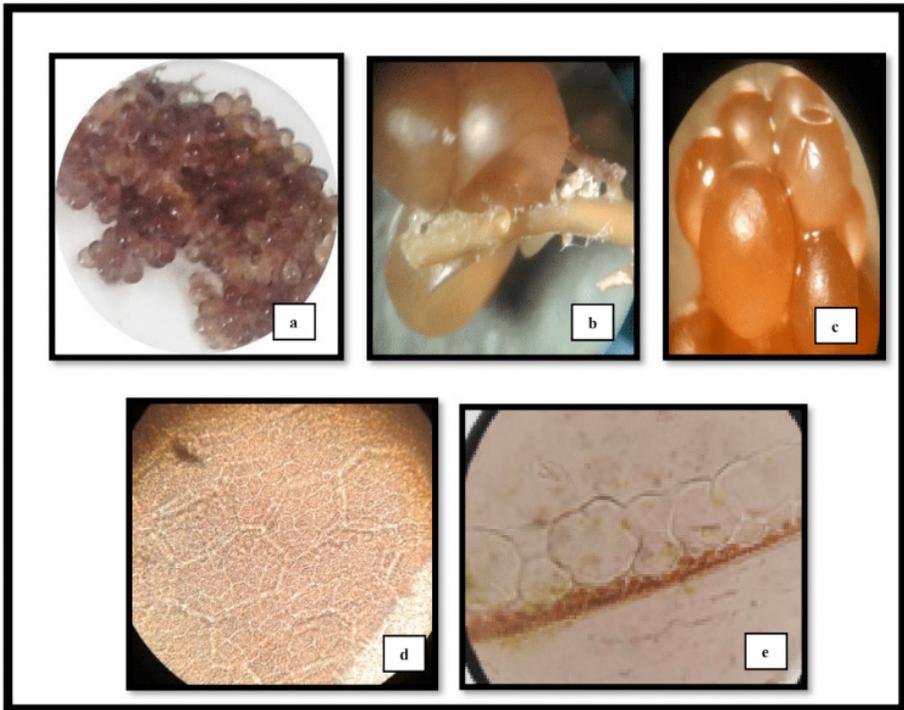


Fig. 08. **a.** Aspecto geral da alga. **b.** Detalhe das vesículas. **c.** Corte transversal a uma vesícula.

Foto: Gardênia Batista e Anne Dayane.. **Local de Coleta:** Praia do Coqueiro-Pi.

Fonte: AlgaBase (<https://www.algaebase.org>)

***Bostrychia* Montagne**

Reino Plantae **Filo** Rhodophyta **Classe** Florideophyceae **Ordem** Ceramiales
Família Rhodomelaceae **Gênero** *Bostrychia*

Este gênero é constituído por indivíduos com larga distribuição em águas tropicais e temperadas frias ocorrendo em ambientes marinhos e de água doce, mas predominantemente em manguezais, e alguns epilíticos em frestas e fendas abrigadas de recifes e costões rochosos. Possuem talos robustos ou delicados, vermelho vináceos a enegrecidos com crescimento indeterminado no eixo principal e fixação por rizoides denominado *hapteron*. Esporângios divididos de forma tetraédrica dispostos em *estíquidios* que se encontram no ápice dos ramos de última ordem.

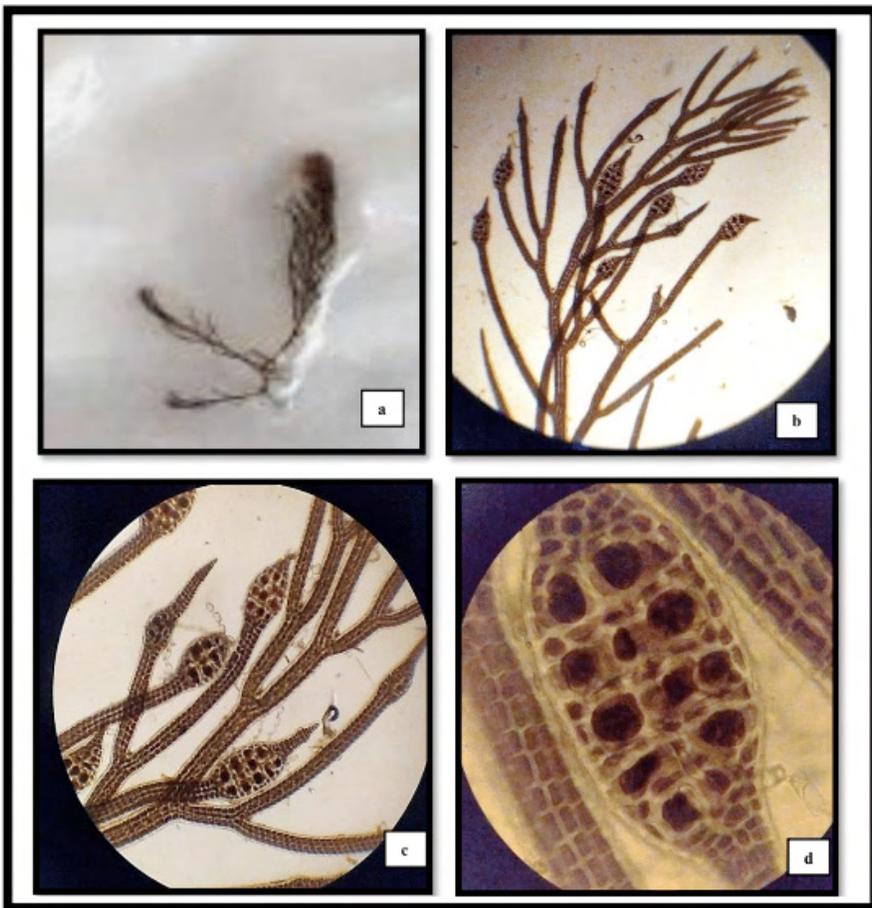


Fig. 09. **a.** Aspecto geral da alga. **b.** e **c.** Detalhe dos ramos terminais e ramos estiquidiais. **d.** Detalhe do estíquidio. **Foto:** Anne Dayane. **Local de Coleta:** Praia do Araçagi-Ma.

Fonte: AlgaBase (<https://www.algaebase.org>)

Hypnea JV Lamouroux

Reino Plantae **Filo** Rhodophyta **Classe** Florideophyceae **Ordem** Gigartinales
Família Cystocloniaceae **Gênero** *Hypnea*

Talo cilíndrico, abundantemente ramificado, podendo formar grandes emaranhados, geralmente como epífitas em outras algas. Ramos curtos semelhantes a espinhos, muitas vezes terminando em pequenos ganhos (gavinhas). Possuem ampla distribuição geográfica, sendo encontradas em mares tropicais e subtropicais de todo o globo (SILVA, 2018).

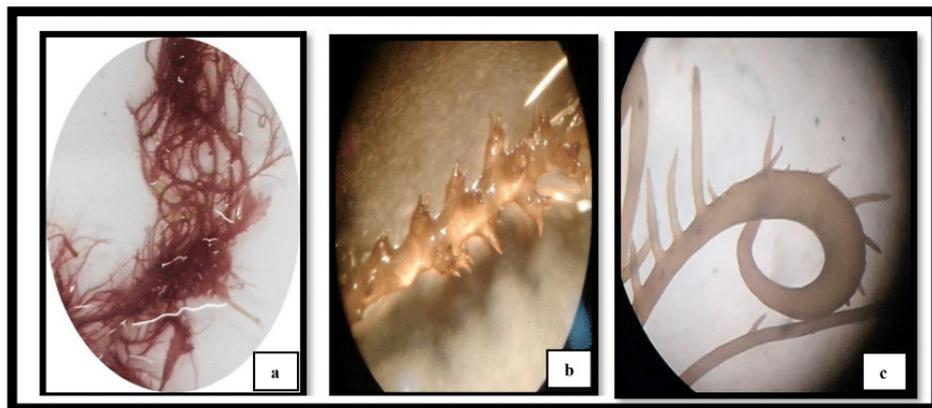


Fig. 10. **a.** Aspecto geral da alga. **b.** Detalhe dos ramos espinescentes. **c.** Parte terminal do ramo terminando em pequeno gancho (gavinhas). **Foto:** Gardênia Batista e Anne Dayane. **Local de Coleta:** Praia do Coqueiro-Pi e Praia do Araçagi – Ma.

Fonte: AlgaBase (<https://www.algaebase.org>)

Corallina Linnaeus

Reino Plantae **Filo** Rhodophyta **Classe** Florideophyceae **Ordem**
Corallinales **Família** Corallinaceae **Gênero** *Corallina*

Alga com talo ereto, ramificação dística, segmentos impregnados por carbonato de cálcio cilíndricos na base e cilíndricos achatados no ápice que termina de forma arredondada. Segmentos calcificados, denominados de *geniculos*, intercalados por zonas sem calcificação, denominadas de *intergeniculos*. Estrutura reprodutiva no ápice dos segmentos laterais calcificados.

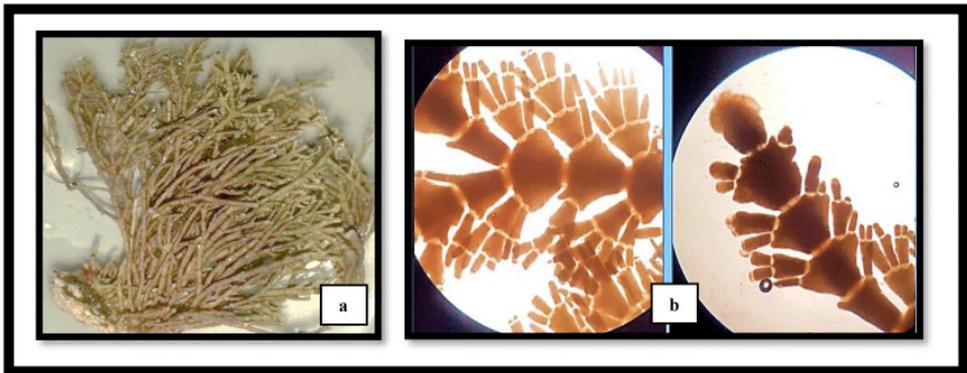


Fig. 11. **a.** Aspecto geral da alga. **b.** Detalhe da parte superior da frente evidenciando os genículos e intergeniculos. Foto: Gardênia Batista. **Local de Coleta:** Praia do Coqueiro-Pi.

Fonte: AlgaBase (<https://www.algaebase.org>)

Ceramium Roth

Reino Plantae **Filo** Rhodophyta **Classe** Florideophyceae **Ordem**
Cerariales **Família** Ceramiaceae **Gênero** Ceramium

Alga filamentosa ramificada dicotomicamente, formando nó e entrenó. Apenas o nó é recoberto por pequenas células. Entrenós com rodoplastos alongados. Ápice das dicotomias terminando em forquilha. Tetrasporangios formados a partir das células dos nós, tetraedricamente divididos, imersos ou salientes na casca de forma verticiliada.

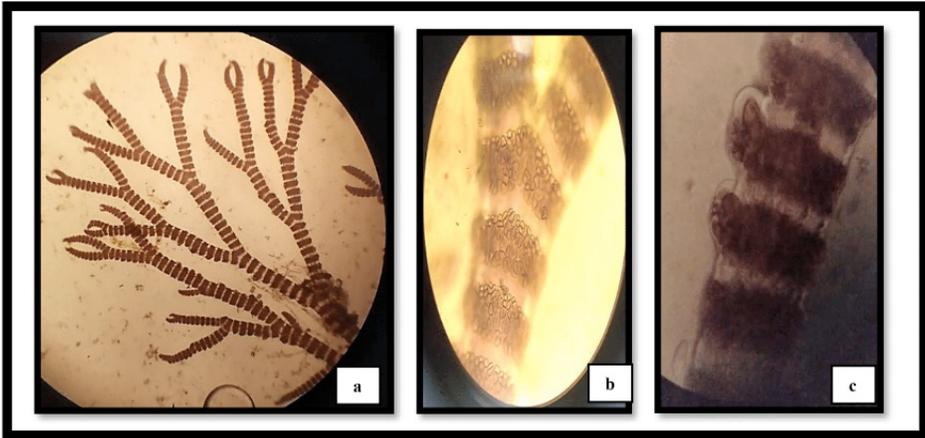


Fig. 12. **a.** Aspecto geral da alga. **b.** Detalhe dos nós e entrenós. **c.** Detalhe de nós com tetrasporangios jovens. **Foto:** Anne Dayane. **Local de Coleta:** Praia do Araçagi-Ma.

Fonte: AlgaBase (<https://www.algaebase.org>)

Rhodymenia Greville

Reino Plantae **Filo** Rhodophyta **Classe** Florideophyceae **Ordem** Rhodymeniales **Família** Rhodymeniaceae **Gênero** *Rhodymenia*

O gênero *Rhodymenia* caracteriza-se por apresentar talos com porção ereta ou prostrada, usualmente estipitado, originados por um disco basal ou formando estolões, ramos comprimidos, cartilagosos, simples ou ramificados dicotomicamente, palmadamente ou irregularmente. Estrutura multiaxial, medula compacta, pseudoparenquimatosa. Gametófitos dioicos. Espermatângios em pequenos soros subapicais ou em grandes grupos sobre o talo, produzidos superficialmente pelas células apicais. Procárpico, ramos carpogoniais com três ou 4 células originadas por uma grande e multinucleada célula suporte, que também origina duas células auxiliares, gonimoblastos desenvolvendo-se externamente em 2-3 lobos. Cistocarpos semiesféricos, grandes e salientes, ostiolados, originados apicalmente ou espalhados sobre o talo. Tetrasporângios cruciados, em soros subapicais, espalhados sobre o talo ou formando proliferações (GUIRY e GUIRY, 2010).

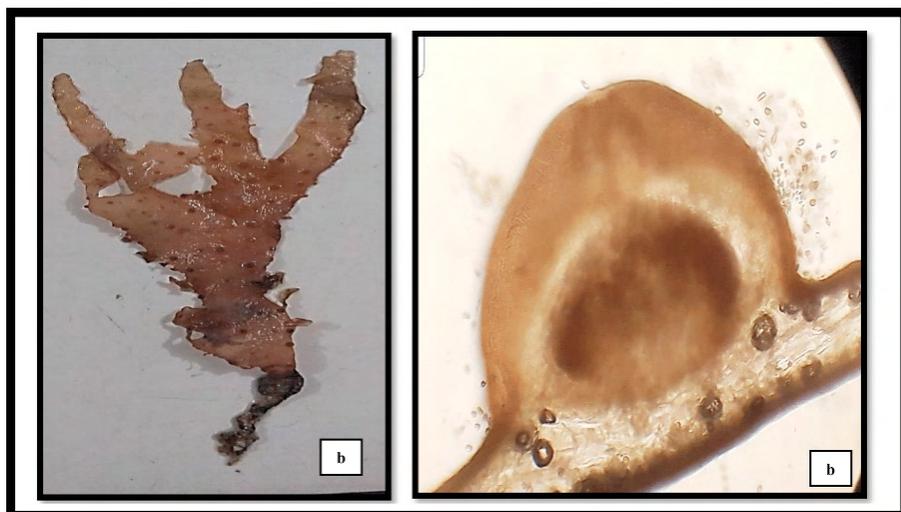


Fig. 13. **a.** Aspecto geral da alga (soros na superfície do talo). **b.** Detalhe do corte longitudinal a um cistocarpo. **Foto:** Gardênia Batista. **Local de Coleta:** Praia do Coqueiro-Pi.

Fonte: AlgaBase (<https://www.algaebase.org>)

CHLOROPHYTA (Algas verdes)

As algas verdes (*chloro* (grego) = verde; *phyton* (grego) = planta), são eucarióticas, com clorofila *a* e *b*. Possuem ainda xantofilas (principalmente luteína) e carotenos (principalmente β -caroteno). Como material de reserva, apresentam amido e sua parede celular contém principalmente celulose. Apresentam flagelos em alguma fase do ciclo de

vida. Suas formas podem ser microscópicas até formas que podem atingir alguns metros de comprimento (ex. *Codium*). A morfologia é muito diversificada, existindo formas unicelulares, coloniais, filamentosas e parenquimatosas. Algumas formas coloniais apresentam um número definido de células para a espécie. Essas colônias recebem o nome de cenóbio. As formas filamentosas podem ser celulares ou cenocíticas, estas não apresentam paredes transversais, e são multinucleadas, existem também formas cenocíticas não filamentosas.

As algas verdes estão presentes nos ambientes mais diversos. A grande maioria das espécies, aproximadamente 90%, é de água doce, apresentando uma distribuição cosmopolita, isto é, apresentam ampla distribuição no planeta. É o grupo predominante do plâncton de água doce. A maior parte das formas marinhas encontra-se em águas tropicais e subtropicais, fazendo parte dos bentos.

A classificação das algas verdes, segundo Reviere (2006), tem sido fortemente impulsionada pelo conhecimento dos aspectos estruturais (especialmente em relação ao aparelho flagelar e o tipo de mitose) em relação ao nível de organização do talo. Considerando que o nível de organização do talo pode evoluir paralelamente em várias linhagens diferentes, enquanto o aparelho flagelar e o tipo de mitose são caracteres muito estáveis, cujas modificações são filogeneticamente significativas. Essa classificação das algas é representativa da vontade crescente de se obter uma classificação filogeneticamente coerente para as algas. Critérios como análise de sequências gênicas, vias de biossíntese de certos compostos (como o metabolismo do glicolato), passaram a ser utilizados, além do acompanhamento do processo de desenvolvimento e reprodução em cultivos no laboratório, para o estudo na sistemática integrativa.

Ulva Linnaeus

Reino Plantae **Filo** Chlorophyta **Classe** Ulvophyceae **Ordem** Ulvales **Família**
Ulvaceae **Gênero** *Ulva*

Alga foliácea, em forma de fita, margem lisa e ondulada. Talo de consistência membranosa, em vista superficial apresenta células de contorno quadrático a sub-quadrático, ligeiramente alinhadas. Em corte transversal apresenta duas camadas de células retangulares (BATISTA, 2000).

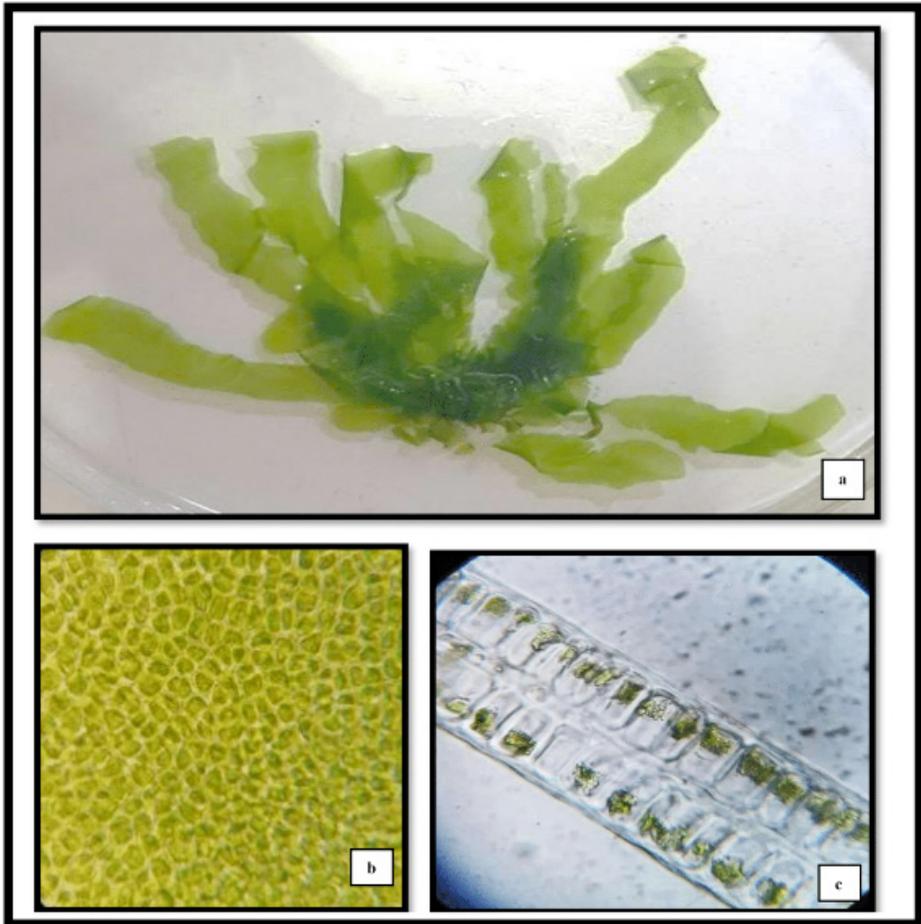


Fig. 14. **a.** Aspecto geral da alga. **b.** Detalhe das células em vista superficial ao talo. **c.** detalhe das células em corte transversal ao talo. **Foto:** Gardênia Batista. **Local de Coleta:** Praia do Coqueiro-Pi.

Fonte: AlgaBase (<https://www.algaebase.org>)

Codium Stackhouse

Reino Plantae **Filo** Chlorophyta **Classe** Ulvophyceae **Ordem**
Bryopsidales **Família** Codiaceae **Gênero** *Codium*

Alga verde oliva, aspecto esponjoso, ramificada dicotomicamente, fixa ao substrato por um disco basal. Ramos cilíndricos dicotômicos a politômicos, com ramificação densa. Talos com duas regiões distintas: região medular formada por filamentos cenocíticos incolores, delgados, densamente entrelaçados e a região cortical com filamentos corticais denominados de utrículos. Os utrículos possuem forma clavada a piriforme, com ápice arredondado, onde são encontrados pelos ou cicatrizes de pelos hialinos; quando férteis, contem gametângios ovóides (BATISTA, 2000).



Fig. 15. **a.** Aspecto geral da alga. **b.** Detalhe dos utrículos. **c.** Detalhe do utrículo com gametângio.

Foto: Gardênia Batista. **Local de Coleta:** Praia do Coqueiro-Pi.

Fonte: AlgaBase (<https://www.algaebase.org>)

Valonia C. Agardh

Reino Plantae **Filo** Chlorophyta **Classe** Ulvophyceae **Ordem** Cadophorales

Família Valoniaceae **Gênero** *Valonia*

Alga cenocítica, túrgida, agregada irregularmente, formando densas almofadas em substrato rochoso. Cenócitos semelhantes a dígitos, encurvados, geralmente ramificados no ápice. Fixa ao substrato por rizóides hapteroidais que partem de células lenticulares por todo o talo (BATISTA, 2000).

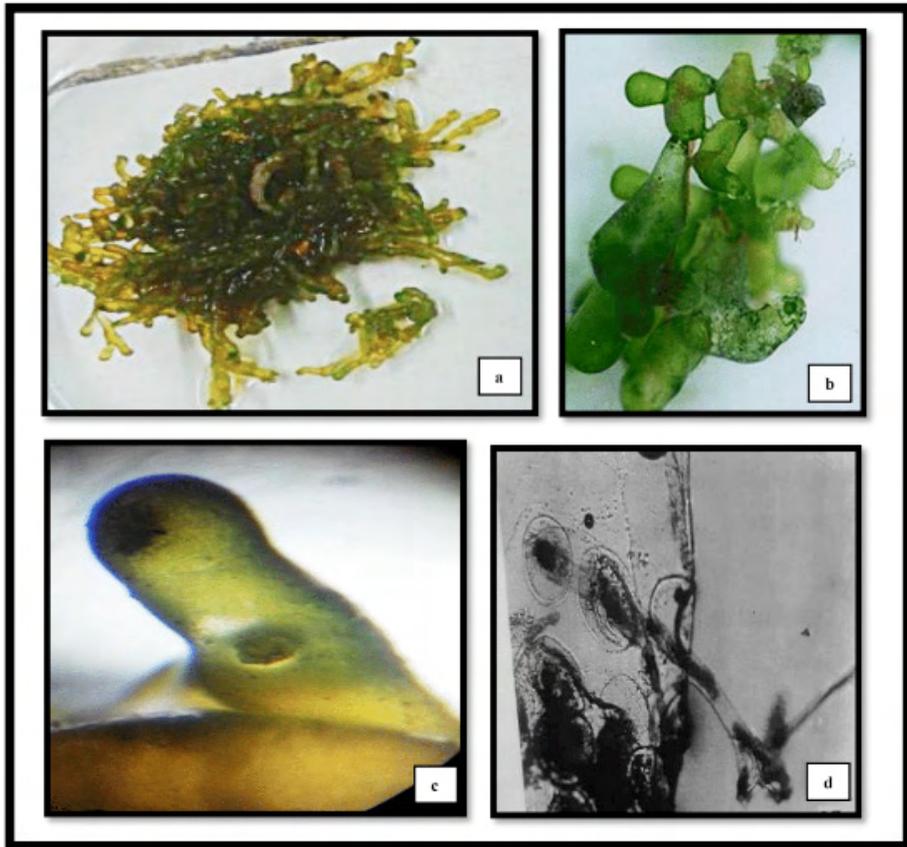


Fig. 16. **a.** Aspecto geral da alga. **b. c.** Detalhe dos cenócitos com rizóides. **d.** Detalhe do rizoide partindo de células lenticulares. **Foto:** Gardênia Batista. **Local de Coleta:** Praia do Coqueiro-Pi.

Fonte: AlgaBase (<https://www.algaebase.org>)

Caulerpa JV Lamouroux

Reino Plantae **Filo** Chlorophyta **Classe** Ulvophyceae **Ordem** Bryopsidales
Família Caulerpaceae **Gênero** *Caulerpa*

Alga cenocítica, formando extensas colônias, fixa ao substrato por rizóides finos, longos e densos, possuem uma porção rastejante denominada de estolão, do qual partem eixos com ramos eretos inteiros ou partidos em râmulos (pínulas) variados (BATISTA, 2000).

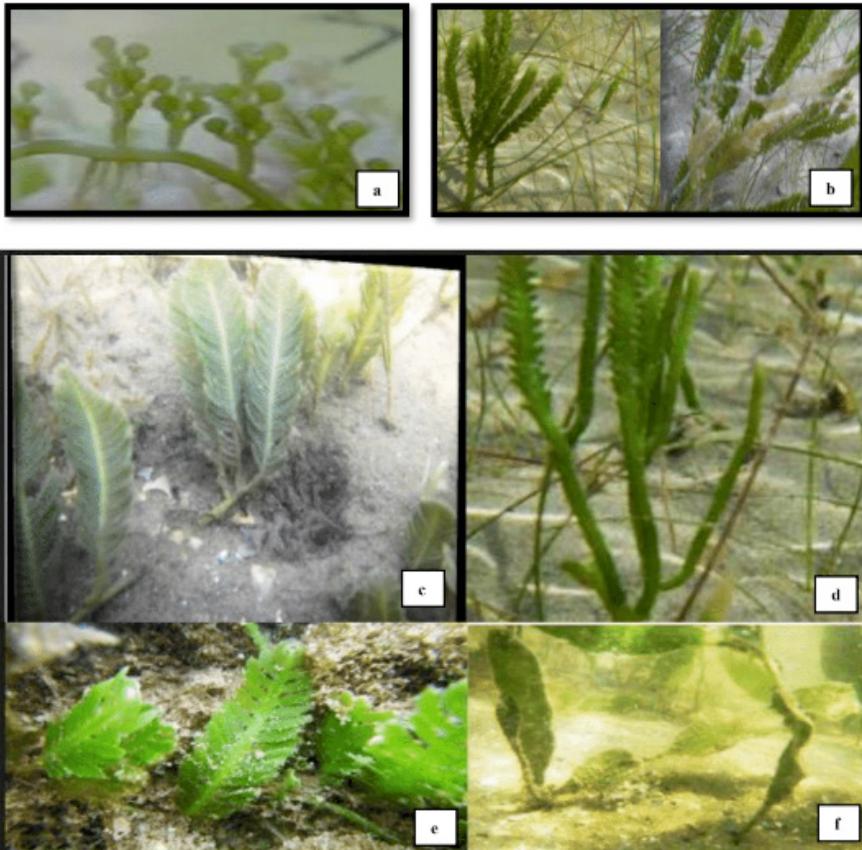


Fig. 17. **a.** Aspecto geral da alga evidenciando os rizóides, estolão e ramos globóides em *Caulerpa racemosa* var. *occidentalis*. **b.** *Caulerpa cupressoides* f. *elegans*. **c.** *Caulerpa sertularioides*. **d.** *Caulerpa cupressoides* var. *serrata*. **e.** *Caulerpa mexicana*. **f.** *Caulerpa prolifera*. **Foto:** Gardênia Batista. **Local de Coleta:** Praia do Coqueiro-Pi.

Fonte: AlgaBase (<https://www.algaebase.org>)

Acetabularia JV Lamouroux

Reino Plantae **Filo** Chlorophyta **Classe** Ulvophyceae **Ordem**
Dasycladales **Família** Polyphysaceae **Gênero** Acetabularia

Alga unicelular, macroscópica, verde-clara, esbranquiçada, pedúnculo ereto, cilíndrico, leve a densamente calcificado. Alga solitária ou crescendo em tufos, caliciforme (semelhante a uma sombrinha/*umbrela*), formada de raios gametangiais longos, cuneiformes a fusiformes, com ápice liso, mucronado ou emarginado, lateralmente fundidos ou unidos por calcificação. Gênero exclusivamente marinho (BATISTA, 2000).

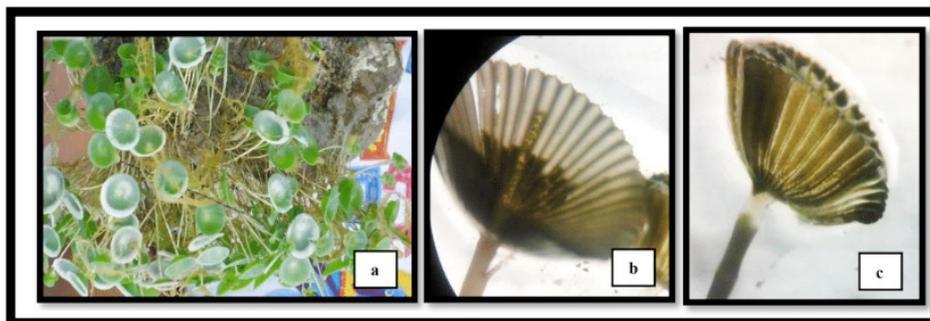


Fig. 18. **a.** Aspecto geral da alga. **b.** Detalhe do ápice fusiforme em *Acetabularia crenulata*. **c.** Detalhe do ápice emarginado em *Acetabularia calyculus*. **Foto:** Gardênia Batista. **Local de Coleta:** Praia do Coqueiro-Pi.

Fonte: AlgaBase (<https://www.algaebase.org>)

CONCLUSÃO

A compreensão da evolução e diversidade das algas, bem como a sua posição na árvore filogenética da vida, ainda é algo para ser reorganizado, reagrupado. Esses organismos sob o nome de “algas” merecem toda atenção no estudo de sua diversidade, a fim de serem exploradas em sua totalidade.

REFERÊNCIAS

- BATISTA, Maria Gardênia Sousa, **Clorófitas Marinhas Bentônicas do Estado do Piauí**. 2000. Dissertação (Mestrado em Botânica). – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2000.
- BICUDO, CEM., and MENEZES, M. **Introdução: As algas do Brasil**. In: FORZZA, RC., org., et al. INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. Catálogo de plantas e fungos do Brasil [online]. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. p. 49-60.

BOLD, H. C. & WYNNE, M. J., 1985. **Introduction to the Algae**. Ed. Prentice-Hall, New Jersey, 2ª ed., 720p.

COIMBRA, Cíntia Schultz. **Inferências filogenéticas na ordem Fucales (Phaeophyceae), com ênfase no gênero *Sargassum* C. Agardh do Atlântico Sul**. Tese (doutorado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Botânica, São Paulo, 2006.

FONTES, Khey Albert de Azevedo. **Taxonomia e distribuição geográfica do gênero *Bostrychia* Montagne (Ceramiales - Rhodophyta) nos manguezais do litoral brasileiro**. Tese (Doutorado) Pós-graduação em Botânica (PPGB), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

FRANCESCHINI, I. M., BURLIGA, A. L., REVIERS, B.de, PRADO, J. F. & REZIG, S. H., **Algas: uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica**. Artmed, São Paulo, 2010.

GUIRY, M. D. & GUIRY, G. M., 2010. **AlgaeBase**. World-Wide Eletronic Publication, National University of Ireland, Galway. Disponível em: www.algaebase.org. Acesso em 06 de janeiro de 2020.

KINOSHITA, L.S.; TORRES, R.B.; TAMASHIRO, J.Y.; FORNI-MARTINS, E.R. **A Botânica no Ensino Básico: relatos de uma experiência transformadora**. RiMa, São Carlos, 2006.

LEE, R.E. 2008. **Phycology**. Cambridge: Cambridge University Press.

LOPES, Airan da Silva. **Estudos taxonômicos dos representantes da ordem Dictyotales (phaeophyta) da praia de Serrambi – município de Ipojuca (Estado de Pernambuco – Brasil)**. 1983. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1983.

MACEDO, M.; KATON, G. F.; TOWATA, N.; URSI, S. **Concepções de professores de Biologia do Ensino Médio sobre o ensino-aprendizagem de Botânica**. IN: MOREIRA, M. A.; SAHELICES, C. C.; VILLAGRÁ, J. M. (Orgs) Anais do IV Encontro Ibero-americano sobre Investigação em Ensino de Ciências, 2012, p. 389-401.

MENDÃO, Ana Sofia Nobre. **As grandes transformações das plantas ao longo da história da Terra**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia Departamento de Ciências da Terra. Lisboa. 2007. Disponível em: [file:///C:/Users/user/Downloads/mendao_2007%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/mendao_2007%20(1).pdf). Acesso em 2021 -02-09.

NASSAR, C. **Macroalgas marinhas do Brasil: guia de campo das principais espécies**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012.

NUNES, José Marcos de Castro. **Dois espécies de *Rhodymenia* (Rhodophyta, Rhodymeniaceae) no estado da Bahia**, Brasil. Acta Botânica Malacitana, 2007.

NUNES, José Marcos de Castro; DE PAULA, Édson José. **Estudos taxonômicos do gênero *Padina* Adanson (Dictyotaceae - Phaeophyta) no litoral do Estado da Bahia**, Brasil. Acta Botânica Malacitana, Málaga, 2000.

NUNES, José Marcos de Castro; DE PAULA, Édson José. **O gênero *Dictyopteris* J.V Lamour (Dictyotaceae - Phaeophyta) no estado da Bahia, Brasil**. Hidrobiológica, dezembro, ano/vol 16, número 003. Universidade Autónoma Metropolitana - Iztapalapa. Distrito Federal, México, 2006.

- OLIVEIRA, Mariana Cabral de. **Origem e evolução das algas eucarióticas e de seus cloroplastos com ênfase nas algas vermelhas (Rhodophyta)**. 2005. Tese (Livre Docência em Botânica) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. doi:10.11606/T.41.2013.tde-15022013-164555. Acesso em: 2020-08-06.
- PEDRINI, A. de G. (org.) **Macroalgas (Chlorophyta) e Gramas (Magnoliophyta) Marinhas do Brasil**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2011, 125p.
- PEDRINI, A. de G. (org.) **Macroalgas: uma introdução à taxonomia**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010, 144p.
- PEDRINI, A. de G. (org.) **Macroalgas (Ocrófitas multicelulares) Marinhas do Brasil**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010, 173p.
- PEDRINI, A. de G. (org.) **Macroalgas: uma introdução à taxonomia**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010, 144p.
- RAVEN, P. H.; EVERTE, R. F. e EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**, 7ª ed., cap.15, p. 313, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2007.
- REVIERS, B. **Biologia e filogenia das algas**. Artmed. Porto Alegre, 2006. 280p.
- SANTOS, F. S. **A Botânica no Ensino Médio: será que é preciso apenas memorizar nomes de plantas?** In: Estudos de História e Filosofia das Ciências. São Paulo: Editora Livraria da Física. 2006.
- SILVA, Fabio Nauer, **Definindo espécies e sua distribuição: um estudo de caso em Hypnea (Gigartinales, Rhodophyta)**. 2018. Tese (Doutorado em Ciências - Botânica) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
- UNO, G. E. **Botanical literacy: what and how should students learn about plants?** American Journal of Botany, v. 96, n.10, 2009, p.1753–1759.
- VAN DEN HOEK, C., MANN, D. G. & JAHNS, H. M. **Algae - An introduction to phycology**: Cambridge University Press. 1997. 627 p.
- WYNNE, M. J., Nova Hedwigia: **A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: third revision**. Stuttgart, J. Cramer.2011.

CAPÍTULO 2

BRIÓFITAS DA MATA DE GALERIA DO RIO JURUENA NO MUNICÍPIO DE SAPEZAL-MT

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 22/09/2021

Patrícia Guralski Damasceno

UNEMAT- PROFAGUA

Cuiabá-MT

<http://lattes.cnpq.br/8035584600641341>

Nelson Antunes De Moura

UNEMAT

Tangará Da Serra

<http://lattes.cnpq.br/1153409100467009>

Carol Pereira De Barros

UNEMAT

Tangará Da Serra -mt

Janaina do Nascimento Araújo Alves

UNEMAT

Tangará da Serra

<http://lattes.cnpq.br/6231246964737945>

RESUMO: A região Centro-oeste ainda permanece pouco conhecida quanto à sua brioflora. O trabalho apresenta a riqueza de espécies de musgos em diferentes substratos coletados nas margens rio Juruena, município de Sapezal-MT. A coleta foi dividida em dois pontos e as amostras foram obtidas em diferentes tipos de substratos (solo, troncos de árvores vivas e em decomposição, rochas e folhas). Foram coletadas 96 amostras, totalizando 128 espécimes. No total foram identificadas 16 espécies, distribuídas em 11 gêneros e 10 famílias. Calymperaceae apresentou o maior

número de representantes por espécies. Nesse estudo, *Macromitrium portoricense* trata-se de uma nova ocorrência para o Estado de Mato Grosso. Em relação à riqueza e abundância, o Ponto 1 apresentou a maior riqueza, enquanto que o Ponto 2 apresentou maior abundância. Quanto à riqueza de espécies nos substratos encontrados, as cinco mais colonizadoras foram *Campylopus savannarum*, *Isopterigium tenerum*, *Vesicularia vesicularis* e *Octoblepharum albidum*. *Sematophyllum caespitosum* foi a espécie com maior ocorrência nos substratos.

PALAVRAS-CHAVE: Musgos, Substratos, Matas.

BRYOPHYTES FROM THE FOREST OF GALLERY OF THE RIO JURUENA IN SAPEZAL-MT

ABSTRACT: The Midwest region is still little known about its bryoflora. The work presents the richness of species of mosses in different substrates collected on the banks of the Juruena River, municipality of Sapezal-MT. The collection was divided into two points and samples were obtained from different types of substrates (soil, trunks of living and decaying trees, rocks and leaves). 96 samples were collected, totaling 128 specimens. In total, 16 species were identified, distributed in 11 genera and 10 families. Calymperaceae had the highest number of representatives per species. In this study, *Macromitrium portoricense* is a new occurrence for the State of Mato Grosso. Regarding richness and abundance, Point 1 had the greatest richness, while Point 2 had the greatest abundance. As for species richness in the substrates found, the five

most colonizing were *Campylopus savannarum*, *Isopterigium tenerum*, *Vesicularia vesicularis* and *Octoblepharum albidum*. *Sematophyllum caespitosum* was the species with the highest occurrence in substrates.

KEYWORDS: Mosses, Substrates, Woods.

INTRODUÇÃO

As briófitas possuem ampla distribuição geográfica. No mundo são conhecidas cerca de 17.900 espécies. Elas compõem o segundo maior grupo de plantas terrestres, sendo consideradas as pioneiras na transição do ambiente aquático para o terrestre. São abundantes em ambientes úmidos e sombrios, no interior de matas ou são típicas de áreas urbanas. Também ocorrem em habitats aquáticos e ambientes secos e desérticos. Elas apenas não são encontradas em ambiente marinho, mas toleram aspersão de água salgada (LEMOS-MICHEL, 2001; GRADSTEIN *et al*, 2001).

Briófitas são de grande importância ecológica, já que auxiliam no processo de formação do solo e proporcionam meio adequado para a germinação das sementes, levando ao estabelecimento das comunidades vegetais. Os extensos tapetes de musgos que conseguem reter grande quantidade de água são importantes substratos para a germinação das sementes das plantas vasculares. Elas também podem controlar a erosão, auxiliar na manutenção do balanço hídrico do solo sendo componentes da biomassa e participam do ciclo do carbono e nitrogênio (ANDO & MATSUO, 1984).

No Brasil, segundo Costa & Peralta (2015), existem 1524 espécies de briófitas, sendo 11 espécies de antóceros, 633 espécies de hepáticas e 880 espécies de musgos. Para o Estado de Mato Grosso, podem-se encontrar estudos sobre as briófitas, tais como Câmara & Vital (2004) e Yano & Peralta (2004).

Este estudo tem por objetivo realizar levantamento e distribuição de musgos nas margens do rio Juruena, no trecho urbano do município de Sapezal, Estado de Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na mata ciliar do Rio Juruena, em sua porção que se encontra entre o limite dos municípios de Sapezal e Campos de Júlio, que estão a cerca de 540 km da capital Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. O Rio Juruena, juntamente com o Rio Teles Pires ou São Manuel, são formadores do Rio Tapajós, importante afluente do Rio Amazonas. O Rio Juruena possui uma extensão de 852 km, sendo a cabeceira do mesmo formado principalmente pelos rios Securi, Jaína e Cabixis.

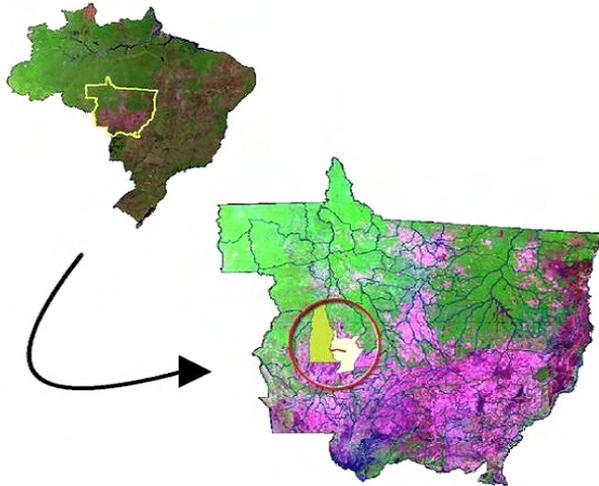


Figura 1. Localização da área de estudo. 1= Mapa do Brasil, 2=Mapa do Mato Grosso (com ênfase no município de Sapezal). Adaptado de (https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Mapa-de-localizacao-da-Terra-Indigena-Utiariti-municipios-de-Campo-Novo-dos_fig1_269817970/download).

As coletas foram realizadas na mata às margens do Rio Juruena, com distribuição de dois pontos, de acordo com a disponibilidade de musgos no local. O ponto 1 está localizado à margem direita do Rio Juruena com as seguintes coordenadas geográficas: 13°30'58.9"S e 059°01'16.2"W. O ponto 2 está localizado à cerca de 100 metros da margem esquerda do rio, com as seguintes coordenadas: 13°33'04.8"S e 059°02'12.9"W. Ambos os pontos apresentam traços antrópicos de degradação, como desmatamento e poluição.

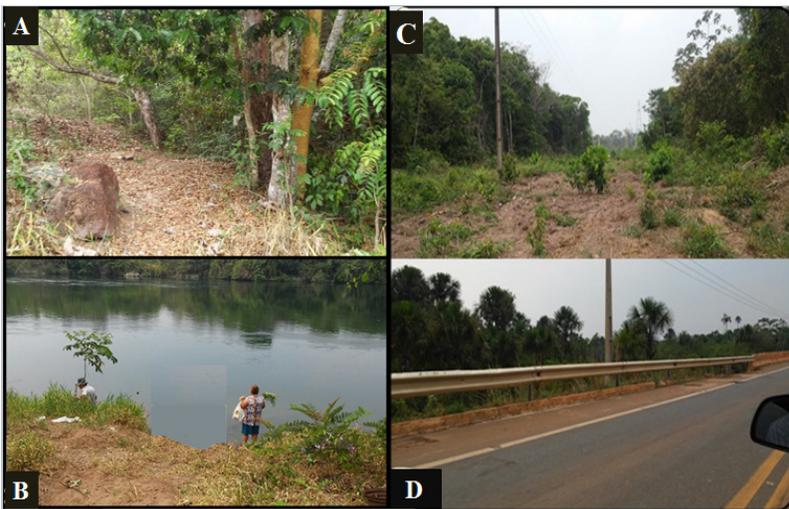


Figura 2. Localização das coletas as margens do Rio Juruena, sendo, ponto 1. A= O ponto de coleta está localizado à direita da imagem B= Vista da Br 365 do local de coleta. Ponto 2, C= Mata ciliar do Rio Juruena, D= Margem do Rio Juruena.

As amostras foram obtidas em diferentes tipos de substratos, sendo solos (húmus, areia, terra preta, rocha, entre outros), troncos de árvores (vivas e em decomposição) e folhas. A caracterização das estruturas morfológicas, importantes para a identificação ocorreu com auxílio de lupa estereoscópica e microscópio binocular, além de literatura especializada, tais como Lisboa (1993), Câmara (2002), Yano e Peralta (2007), utilizando o sistema de classificação de Buck (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No levantamento da brioflora do Rio Juruena foram coletadas 96 amostras de briófitas totalizando 128 espécimes. Devido ao fato de que algumas espécies vivem associadas a outras, como no caso do *Isopterigium tenerum* Mitt que, na maioria das vezes, foi encontrada em associação com outras briófitas, obtivemos mais espécimes do que quantidade de amostras. No total foram registradas 16 espécies de musgos, distribuídas em 11 gêneros e 9 famílias. Calymperaceae apresentou a maior riqueza (quatro espécies, 25% do total), enquanto aquelas com menor riqueza (uma espécie, 6,25%) foram Bryceae, Hypnaceae, Pilotrichaceae, Orthotrichaceae e Octoblepharaceae.

Segundo Costa et al. 2010, a flora de briófitas do Estado de Mato Grosso está representada por 314 espécies. Desse modo, a flora de briófitas do Rio Juruena está representada por 5,41% de toda flora do Estado. Relacionando isso à área de estudo que é extremamente pequena comparada com a área total do Estado, deixa claro que há muito a ser explorado. *Campylopus savannarum* (Müll. Hal.) Mitt. foi a que apresentou o maior número de indivíduos encontrados, sendo um total de 32,03% dos espécimes coletados e identificados.

Dentre os substratos analisados, o corticícola seguido de epíxila foram os que evidenciaram uma maior colonização, pela maioria das espécies identificadas. Nas florestas tropicais úmidas os troncos vivos seguidos dos em decomposição são os substratos de máximo estabelecimento das briófitas, essa preferência dos musgos por troncos de árvores vivas em relação a outro tipo de substrato pode sugerir que, na área estudada, esses microambientes sejam os mais efetivos em proporcionar condições de umidade, temperatura, entre outros, necessária para sobrevivência desses organismos (Richards, 1984; Soares, 2011). Em relação à diversidade de espécies nos substratos encontrados, as cinco que mais apresentaram colonização em diferentes tipos foram *Campylopus savannarum* (Müll. Hal.) Mitt., *Isopterigium tenerum* (Sw.) Mitt., *Sematophyllum caespitosum* (Hedw.) Mitt., *Vesicularia vesicularis* (Schwägr.) Broth. e *Octoblepharum albidum* Hedw., sendo que *Acroporium caespitosum* foi à espécie com maior ocorrência na maioria dos substratos, exceto no rupícola.

BRYACEAE

Gemmabryum coronatum . (Schwägr.) J.R. Spence & H.P. Ramsay, Phytologia 87(2): 66. 2005.

Descrição: Plantas de hábito acrocárpico; verde amarelado, formando frouxo a densos tufos (1,5cm); Filídios 54-60 µm de comprimento, com pigmentação verde amarelado com costa única, excurrente a longo-excurrente, formando o ápice do filídio.

Distribuição geográfica: No Brasil ocorre em: AC, AM, BA, CE, DF, ES, FN, GO, MA, MG, MT, PA, PB, PI, PR, RJ, RO, RR, RS, SC, SP e TO. (LISBOA & Yano 1987). Para o estado de Mato Grosso, mun. Cáceres, Ilha de Taiamã (Câmara & Vital 2006a); município de Chapada dos Guimarães, Cachoeirinha (Moura 1996, como Bryum).

Material examinado: Brasil, Mato Grosso, Sapezal, Rio Juruena, Margem Direita, Mata ciliar. Habitat: Carvão vegetal. TAGB919.

CALYMPERACEAE

Calymperes palisotii Schwägr., Spec. Musc. Frond. Suppl. 1(2): 334. 1816.

Descrição: Plantas acrocárpicas (2-5 cm), gametófitos não ramificados, delicadas com coloração verde escuro a verde-amarelado. Filídios enrolados quando secos formando tufos, dimórficos, oblongo-lanceolados, ápice obtuso e margem lisa; teníolas e cancelinas evidentes, células ligeiramente papilosas. **Distribuição geográfica:** No Brasil ocorre em: AL, AM, AP, BA, CE, ES, GO, MA, PA, PB, PE, PI, MT, PR, RJ, RN, RO, RR, SE, SP, TO, MS, MG, BA. (YANO, 2010). Para o estado de Mato Grosso, mun. Cáceres, Rochedo de Serra Pelada (Câmara & Vital 2006a); Nova Xavantina, Parque Municipal Mário Viana (Genevro et al. 2006).

Material Examinado: Brasil, Mato Grosso, Sapezal, Rio Juruena, Margem Direita, Mata ciliar. Habitat: Corticícola. TAGB896.

Syrrhopodon cryptocarpus Dozy & Molk., Prodr. Fl. Bryol. Surinamensis: 14. 1854..

Descrição: Gametófitos pequenos (10-17) mm de altura, muito radiculosos, com rizóides marrom-avermelhados; crescendo em tufos densos; Filídios com base levemente larga, de forma ligulada a oblanceolada, (3-3,5x0, 3-0, 4) mm ápice obtuso com margens denteadas-serreadas em três fileiras.

Distribuição geográfica: No Brasil ocorre em: AC, AM, MT, PA, RO, RR e SP. (Lisboa & Lisboa 1978). Para o estado de Mato Grosso, Serra do Cachimbo, Cuiabá. (MOTA, 1977).

Material Examinado: Material examinado: Brasil, Mato Grosso, Sapezal, Rio Juruena, Margem Direita, Mata ciliar. Habitat: Epíxila. TAGB910.

Syrrhopodon ligulatus Mont., Syll. Gen. Spec. Crypt.: 47. 1856.

Descrição: Gametófitos pequenos e medianos, 03-05(-11)mm de comprimento,

verde pálido, com base dos filídios conspícuas, crescendo em densos ou compactos coxins; caulídios pouco ou muito ramificados, radiculosos abaixo; filífios quando seco crispados ou falcados, quando úmidos ereto- espalhados, algumas vezes dobrados ou falcados sobre a lamínula.

Distribuição geográfica: No Brasil ocorre em: AM, AP, BA, DF, GO, MG, MS, MT, PA, PE, RJ, RO, RR e SP. (YANO, 2010). Para o estado de Mato Grosso, Nova Xavantina, Parque Municipal Mário Viana (Genevro et al. 2006).

Material Examinado: Material examinado: Brasil, Mato Grosso, Sapezal, Rio Juruena, Margem Direita, Mata ciliar. Habitat: Corticícola. TAGB895.

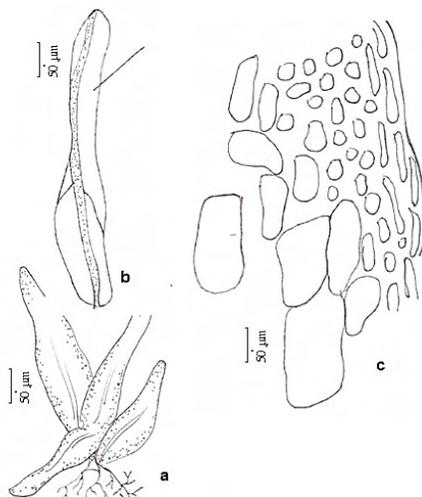


Figura 5. *Syrrhopodon ligulatus*. A. gametófito, b. Filídio, c. Células hialinas na base do filídio. Ilustração Camila Volf, 2015.

Syrrhopodon prolifer Schwägr. var. *prolifer*, Spec. Musc. Frond. Suppl. 2(2): 99. 1827. Descrição: Planta acrocárpica. Gametófito verde claro a verde escuro, brilhante na base, contorcido quando seco ereto, não ramificado, caulídio marrom claro a marrom escuro. Filídios 3-5 x 0,2 mm, dispostos helicoidalmente, verde claro a verde escuro, longo linear-lanceolado.

Distribuição geográfica: No Brasil ocorre em: AL, AM, AP, BA, CE, DF, ES, GO, MG, MT, PA, PE, PI, PR, RJ, RO, RS, SC, SE, SP e TO. (MORAES E LISBOA, 2009). Para o estado de MATO GROSSO: Chapada dos Guimarães, Véu de Noiva, Nova Xavantina, Pedra Preta. (YANO & PERALTA, 2004).

Material Examinado: Material examinado: Brasil, Mato Grosso, Sapezal, Rio Juruena, Margem Direita, Mata ciliar. Habitat: Corticícola. TAGB927.

HYPNACEAE

Vesicularia vesicularis (Schwägr.) Broth. var. *vesicularis* in Engler & Prantl, *Naturl. Pfl anzenfam.* 1(3): 1094. 1908 \equiv *Hypnum vesiculare* Schwagr., *Spec. Musc. Frond. Suppl.* 2, 2(2): 167. 1827.

Descrição: De habito pleurocárpico; forma de tapete; coloração verde clara verde amarelada; filídios laxos no caulídeo; assimétricos; contorcidos quando secos; ereto-patentes quando úmidos; complanados; fortemente falcados; ovado-lanceolados a orbiculares; ca. 2:1, 0,65-0,93 × 0,25-0,5 mm. Ápice curto-acuminado. Base levemente decurrente. Margens lisas, com borda de uma célula.

Distribuição Geográfica: No Brasil ocorre em AC, AM, BA, DF, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PI, PR, RJ, RR, RO, RS, SP. (YANO, 2010). Para o estado de Mato Grosso, mun. Chapada dos Guimarães, Cachoeirinha; mun. Cuiabá, Salgadeira (Moura 1996).

Material Examinado: Material examinado: Brasil, Mato Grosso, Sapezal, Rio Juruena, Margem Direita, Mata ciliar. Habitat: Corticícola. TAGB892.

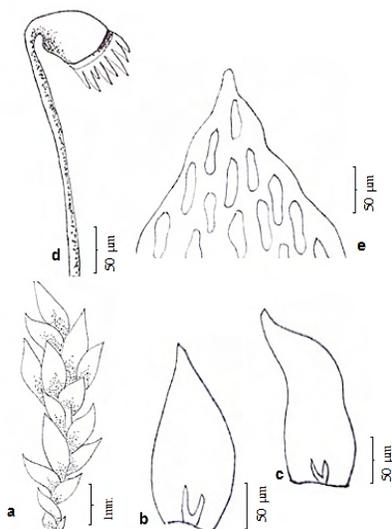


Figura 6. *Vesicularia vesicularis*. A. aspecto do gametófito, b & c Filídios, d. Esporófito, e. Células do ápice do filídio. Ilustração Camila Volf, 2015.

Isopterygium tenerum (Sw.) Mitt., *J. Linn. Soc. Bot.* 12: 499. 1869 \square *Hypnum tenerum* Sw., *Flora Ind. Occid.* 3: 1817. 1806.

Descrição: verde-brilhantes a pálidas; diminutas; ramos rastejantes; formando tapetes; complanadas. Caulídeos verdes; robustos. Costa dupla curta restrita à base; inconspícua. Filídeos lanceolados; assimétricos; geralmente falcados; côncavos; ca. 3:1, 0,62-0,95 × 0,18-0,22 mm. Ápice acuminado à aristado. Base não-decurrente.

Distribuição Geográfica: No Brasil ocorre em: AC, AM, BA, DF, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PI, PR, RJ, RR, RO, RS, SP. No (YANO, 2010). Para o estado de Mato Grosso, mun. Cáceres, Cachoeira da Primavera; Ilha de Taiamã (Câmara & Vital 2006a); Nova Xavantina, Parque Municipal Mário Viana (Genevro et al. 2006); mun. Chapada dos Guimarães, Cachoeirinha; mun. Cuiabá, Salgadeira (Moura 1996).

Material examinado: Brasil, Mato Grosso, Sapezal, rio Juruena, Margem esquerda do rio, Mata ciliar, 13°33'05"S, 59°02'13"W. Habitat: Corticícola. Coletor: Guralski, D.P.1:10 de Maio de 2015:TANGB752.

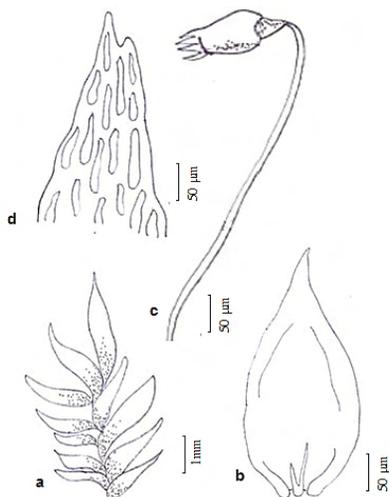


Figura 7. *Isopterygium tenerum*, a. Gametófito, b. Filídio, c. esporófito, d. ápice do filídio. Ilustração Camila Volff, 2015.

Isopterygium tenerifolium Mitt., J. Linn. Soc. Bot. 12:499. 1869.

Descrição: Plantas de hábito pleurocárpico; gametófito bastante ramifica em formando de tapetes; coloração verde claro brilhante a verde-amarelada; filídios pequenos; lanceolados com ápice acuminado, margem lisa; células medianas lineares, células alares irregulares; sem costa.

Distribuição Geográfica: No Brasil ocorre em AM, BA, CE, DF, ES, GO, MG, MT, PA, PB, PR, RJ, RO, RR, RS, SC, SP, TO. (YANO, 2010). Para o estado de Mato Grosso, Nova Xavantina, Parque Municipal Mario Viana (Genevro et al. 2006).

Material Examinado: Material examinado: Brasil, Mato Grosso, Sapezal, Rio Juruena, Margem Direita, Mata ciliar. Habitat: Corticícola. TAGB911.

PILOTRICHACEAE

CALLICOSTELLA PALLIDA (hornschn.) ångstr., öfvers. Förh. Kongl. Svenska

vetenskakad. 33(4): 27. 1876 Ξ hookeria pallida horns. In martius, flora brasil. 1(2): 64.1840.

Descrição: Plantas verde-pálidas; formando tapete denso; bastante ramificadas; frágeis. Ramos rastejante. Costa dupla, na base é mais próxima de uma das margens; sub-percorrente, terminando entre 4 e 9 fileiras de células abaixo do ápice; 15-33 μ m de largura na base, 9-15 μ m de largura no ápice; levemente inclinadas para o centro da lâmina no ápice. Filídios contorcidos quando secos; oblongos a oblongo-ovados;

Distribuição: Neotropical. No Brasil ocorre em: AC, AM, AP, AL, BA, CE, DF, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PE, PR, RJ, RO, RR, RS, SC, SP, TO (YANO, 2010). Para o estado do Mato Grosso, Nova Xavantina, Parque Municipal Mário Viana (Genevro et al. 2006); mun. Cuiabá, Salgadeira (Moura 1996).

Material Examinado: Material examinado: Brasil, Mato Grosso, Sapezal, Rio Juruena, Margem Direita, Mata ciliar. Habitat: Epixila. TAGB753.

LEUCOBRYACEAE

***Campylopus surinamensis*:** Müll. Hal., Linnaea 21:186. 1848.

Descrição: Planta acrocárpica. Gametófito verde a verde escuro, marrom próximo ao substrato, ramos falcados quando secos, eretos formando tufo, ramificação irregular, densamente e igualmente foliado na região superior, esparsamente foliado próximo ao substrato, tomentoso, caulídio marrom claro, Filídios 3,5-4,5 x 0,3-0,4 mm, dispostos helicoidalmente, eretos, ápice gradualmente acuminado, serreado, margem inteira.

Distribuição Geográfica: No Brasil ocorre em AM, BA, ES, GO, MA, MG, MT, PA, PI, RJ, RO, SP (YANO, 2010). Para o estado de Mato Grosso, mun. Chapada dos Guimarães, Cachoeirinha (Moura 1996).

Material examinado: Brasil, Mato Grosso, Sapezal, rio Juruena, Margem esquerda do rio, Mata ciliar, 13°33'05"S, 59°02'13"W. Habitat: Corticícola. Coletor: Guralski, D.P.3: 10 De maio 2015: TANGB754.

Campylopus savannarum (Müll. Hal.) Mitt., J. Linn.Soc. Bot. 12: 85. 1869 \square Dicranum savannarum Müll. Hal., Syn. Musc. Frond. 2: 596. 1851.

Descrição: Planta acrocárpica. Gametófito verde claro a verde escuro, esparsamente ramificado, ramos eretos, esparsamente foliado, caulídio marrom claro, tomentoso. Filídios 3,5-4 x 0,3-0,4 mm, dispostos helicoidalmente, eretos quando secos, patentes quando hidratados, verde claro, círculos marrom escuro na ala da base, côncavos, longolanceolados, ápice denteado, base tomentosa, margem inteira.

Distribuição geográfica: No Brasil ocorre em: AM, BA, CE, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PE, PI, PR, RJ, RO, RR, SE, SP e TO (YANO, 2010) Para Mato Grosso no município de Chapada dos Guimarães, Cachoeirinha (Moura 1996).

Material examinado: Material examinado: Brasil, Mato Grosso, Sapezal, Rio

Juruena, Margem Direita, Mata ciliar. Habitat: Corticícola. TAGB882.

OCTOBLEPHARACEAE

Octoblepharum albidum Brid.) Lindb., Ofvers. K. VetenskAkad. Forh. 20: 403. 1863
≡ *Dicranum albidum* Brid. ex Beauv., Prodr.: 52. 1805.

Descrição: de hábito acrocárpico; 1-2 mm de altura, forma de tufo; com coloração verde-esbranquiçada; forma do filídio 3,5-4 x 0,3-0,4 mm, linear lingulado; acostado; margem lisa e inteira; ápice acuminado; formato das células quadrático-retangulares; células hialinas na base. Esporófito 1cm, capsula ereta cilíndrica ou ovoide. Peristômio com 8-16 dentes triangulares filiformes.

Distribuição Geográfica: No Brasil ocorre em: AC, AL, AM, AP, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PI, PR, RJ, RN, RO, RR, RS, SC, SE, SP, TO. (CÂMARA & VITAL, 2004). Para o estado do Mato Grosso coletado em Poconé, 20/VII/2000.

Material examinado: Brasil, Mato Grosso, Sapezal, rio Juruena, Margem esquerda do rio, Mata ciliar, 13°33'05"S, 59°02'13"W. Habitat: Corticícola. Coletor: Guralski,D.P.6: 10 de Maio de 2015:TANGB757

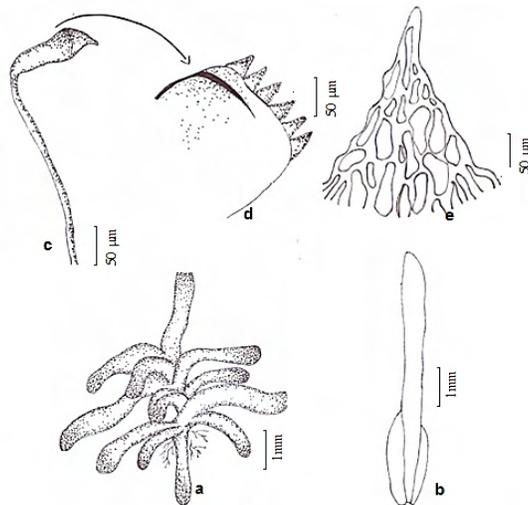


Figura 8. *Octoblepharum albidum*. a. Aspecto geral do gametófito, b. Filídio, c. Esporófito, d. capsula, e. células do ápice do filídio. Ilustração Camila Volf, 2015.

ORTHOTRICHACEAE

Macromitrium portoricense Willians, Bryologist 32:69.1929.

Descrição: Gametófitos medianos de até 15 cm de comprimento, numerosas ramificações secundárias originando uma aparência pleurocárpica, formando tapetes

frouxos verde-escuros e marrom-rufescentes, mais claro ápice dos ramos , ramos secundários 01-02 cm de comprimento, não ramificados; filídeos imbricados, numerosos, frequentemente dobrados no sentido da costa, lanceolados.

Distribuição Geográfica: No Brasil ocorre em: RO (Lisboa e Lisboa, 1978). Primeira citação da espécie para Mato Grosso.

Material Examinado: Material examinado: Brasil, Mato Grosso, Sapezal, Rio Juruena, Margem Direita, Mata ciliar. Habitat: Corticícola. TAGB907.

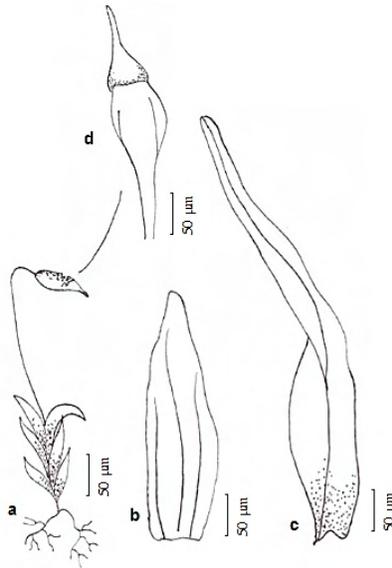


Figura 9. *Macromitridium portoricense*. a. Aspecto gametófito com esporófito emergindo, b. & c. Filídios, d. Capsula. Ilustração Camila Voff, 2015.

RACOPILACEAE

racopilum tomentosum (Hedw.) Brid., Bryol. Univ. 2: 719. 1827 *Hypnum tomentosum* Hedw., Spec. Musc.Frond.: 240. 1801.

Descrição: Plantas cladocárpicas; verde-escuras; ramificadas irregularmente; com duas fileiras de filídeos laterais e uma fileira dorsal, contorcidos quando secos e complanados quando úmidos. Ramos aderido ao substrato; tomentosos; ca. 1,2 cm com Costa percurrente, preenchendo o ápículo. Filídeos laterais oblongos a oblongo-ovados.

Distribuição geográfica: No Brasil ocorre em: AC, BA, CE, DF, ES, GO, MG, MT, MS, PA, PE, PR, RJ, RO, RS, SC, SP (YANO, 2010). Em Mato Grosso, coletada no município de Chapada dos Guimarães, Cachoeirinha (Moura 1996).

Comentários: facilmente reconhecida pela disposição dística dos filídios e pelos filídios dorsais de costa conspicuamente excurrente.

Material Examinado: Material examinado: Brasil, Mato Grosso, Sapezal, Rio

Juruena, Margem Direita, Mata ciliar. Habitat: Rupícola. TAGB070.

SEMATOPHYLACEAE

Sematophyllum caespitosum (Hedw.) Mitt., J. Linn. Soc. Bot. 12: 479.1869.
Basiônimo: *Leskea caespitosa* Hedw., Spec. Musc. Frond. 223.1801.

Descrição: Planta pleurocárpica. Gametófito verde claro no ápice dos ramos e marrom escuro na base, brilhante, ramos ascendentes, igualmente e densamente foliados, caulídio marrom escuro. Filídios 1,5-1,9 x 0,5-0,6 mm, dispostos helicoidalmente, eretopatentes, sem alteração quando hidratados, verde claro, base dourada, ovado-lanceolados a oblongolanceolados, côncavos, ápice acuminado, frequentemente de forma abrupta, margem inteira, plana ou encurvada acima.

Distribuição geográfica: No Brasil ocorre em: DF, MT, PB, PR e RS (YANO, 2010). Para o estado de Mato Grosso, Nova Xavantina, Parque Municipal Mário Viana (Genevro et al. 2006).

Material Examinado: Material examinado: Brasil, Mato Grosso, Sapezal, Rio Juruena, Margem Direita, Mata ciliar. Habitat: Epixila. TAGB936.

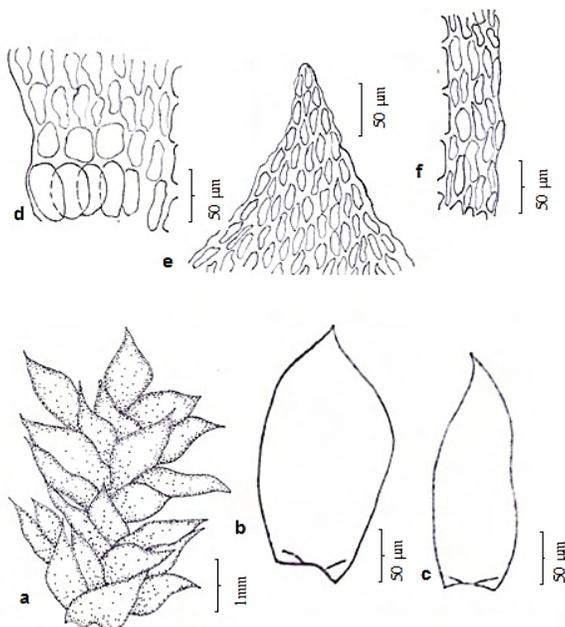


Figura 10. *Sematophyllum caespitosum*, a. Gametófito, b. & c. Filídios, d. células alares na base do filídio, e. Células do ápice, f. células da margem. Ilustração Camila Volff, 2015.

Sematophyllum subsimplex (Hedw.) Mitt., J. Linn. Soc. Bot. 12: 494. 1869 □
Hypnum subsimplex Hedw., Spec. Musc. Frond.: 270. 1801.

Descrição: De habito pleurocárpico; ramificada; robusta; de cor verde claro e verde brilhante. Filídio 0,8-0,9 x 0,3 mm, dispostos helicoidalmente, verde claro, dourado na base, lisos, lanceolados a ovado, ápice acuminado-agudo, margem inteira. Costa ausente. Células do ápice 25-35 x 7,5 μm , longo-romboidais, lineares, no ápice, células na região mediana 50-70 x 5 μm , células alares infladas, paredes delgadas, douradas patentes. Esporófito não observado.

Distribuição Geográfica: No Brasil ocorre em: AC, AM, AP, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MS, MT, PA, PB, PE, PI, PR, RJ, RO, RR, RS, SC, SE, SP, TO (YANO, 2010. Para o estado de Mato Grosso, Nova Xavantina, Parque Municipal Mário Viana (Genevro et al.2006).

Material examinado: Material examinado: Brasil, Mato Grosso, Sapezal, Rio Juruena, Margem Direita, Mata ciliar. Habitat: Rupícola. TAGB923.

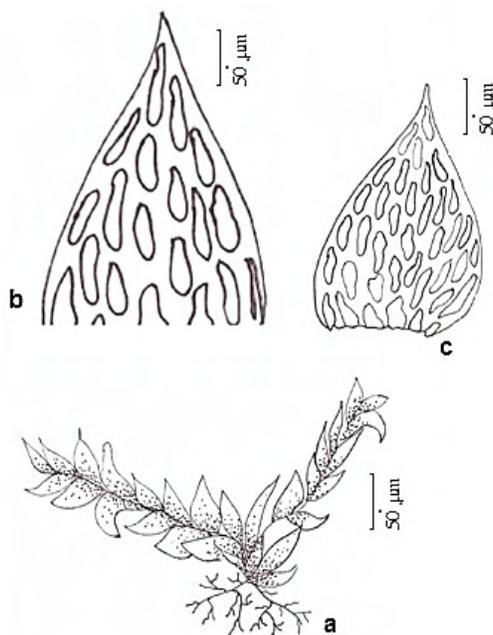


figura 11. *sematophyllum subsimplex*. a. gametófito, b. células do ápice do filídio, c. filídio. ilustração camila volff, 2015.

CONCLUSÃO

Este trabalho contribuiu para a ampliação do conhecimento da diversidade e ecologia das briófitas no Mato Grosso, principalmente por tratar-se de uma região que abriga várias fisionomias vegetacionais e que carecem de trabalhos desta natureza. Destaca-se que novos levantamentos sejam realizados a fim de verificar a ocorrência de um número maior

de espécies deste grupo botânico. Ainda, torna-se necessário a formação de recursos humanos para estudar a biodiversidade a nível local e regional.

REFERÊNCIAS

Ando H, Matsuo A. 1984. **Applied Bryology**. Advances in Bryology, Vol. II, 133-144.

Buck WR, 2000. **Morphology and classification of mosses**. In: Shaw Goffinet, Bryophyte Biology. Cambridge University Press.

Câmara PEAS; Vital DM. 2004. **Briófitas do município de Poconé, Pantanal de Mato Grosso**. MT, Brasil. Acta Botânica Brasilica, v. 18, n. 4, 881-886.

Câmara PESA. 2002. **Levantamento da brioflora das matas de galeria da reserva ecológica do IBGE, RECOR, Distrito Federal, Brasil**. 2002. 106 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Botânica), Universidade de Brasília, Brasília.

Costa DP, coord. Lista de espécies: briófitas. In: FORZZA, RC, org., et al. INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil** [online]. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, p. 452-521. Vol. 1. 2010.

Costa D. P., Pôrto KC, Luiz-Ponzo AP, Ilkiu-Borges AL, Bastos CJP, Câmara PEAS, Peralta D. F, Bôa-Bastos SBV, Churchill SP. 2011. **Synopsis of the Brazilian moss flora: checklist, distribution and conservation**. Nova Hedwigia, Vol. 93, n. 3-4, 277-334.

Costa DP, Peralta DF. 2015. **Bryophytes diversity in Brazil**. Rodriguesia, 66(4): 1063-1071.

Gradstein SR, Churchill SP, Salazar-Allen N. 2001. **Guide to the Bryophytes of Tropical America**. Memoirs of The New York Botanical Garden, v. 86, 1-577.

Lemos-Michel E. 2001. **Hepáticas epífitas sobre o pinheiro-brasileiro no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Editora da Universidade.

Lisboa R. C. L. 1993. **Musgos acrocárpicos do Estado de Rondônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, Coleção Adolpho Ducke.

Richards PW. 1984. **The Ecology of Tropical Forest Bryophytes**. In: RM. Schuster. New Manual of Bryology Califórnia: The Hattori Botanical Laboratory, p. 1233-1270.

Soares AER. 2011. **Flora do Distrito Federal: Musgos Pleurocárpicos**. 2011. 198 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Botânica), Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

Yano O, Peralta DF. 2004. **Musgos (Bryophayta) de Mato Grosso, Brasil**. Hoehnea, Vol. 31, 251-292.

Yano O, Peralta DF. 2007. Musgos (Bryophyta). In: J.A. Rizzo (coord.). **Flora dos Estados de Goiás e Tocantins: Criptógamos**. Universidade Federal de Goiás, Vol. VI, p. 1-333.

DISTRIBUIÇÃO DA BRIOFLORA EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DE CERRADO DA RESERVA ECOLÓGICA SERRA DAS ARARAS, PORTO ESTRELA, MT

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 23/09/2021

Carol Pereira de Barros

UNEMAT Tangará da Serra-MT
<http://lattes.cnpq.br/4406254572339329>

Nelson Antunes de Moura

UNEMAT Tangará da Serra-MT
<http://lattes.cnpq.br/1153409100467009>

Patrícia Guralski Damaceno

UNEMAT Tangará da Serra-MT
<http://lattes.cnpq.br/8035584600641341>

Janaina do Nascimento Araújo Alves

UNEMAT Tangará da Serra-MT
<http://lattes.cnpq.br/6231246964737945>

RESUMO: As Briófitas compreendem o segundo maior grupo de plantas terrestres, que se originaram antes do Devoniano, a mais de 300 milhões de anos, dispersando-se através de esporos ao invés de sementes como ocorre nas plantas vasculares. Entretanto, apesar de ser um grupo grande e ter muita importância ecológica e econômica, a brioflora brasileira é pouco conhecida devido a enorme área geográfica e à falta de pesquisa na área. O presente trabalho teve como objetivo analisar a distribuição de brioflora entre as diferentes fitofisionomias na Estação Ecológica Serra das Araras, no município de Porto Estrela, MT. A Estação Ecológica Serra das Araras é uma unidade de conservação coberta por uma variedade

de fitofisionomias, tais como o Cerrado *sensu stricto*, Matas Ciliares, Campo Sujo e Matas de Babaçu. As coletas foram realizadas em uma trilha ecológica denominada Boca do José e todo material coletado foi identificado e tratado para serem depositados na coleção de briófitas no Herbário TANG da UNEMAT em Tangará da Serra. Foram registradas 11 famílias, divididas em 15 gêneros e 19 espécies. A espécie *Octoblepharum albidum* foi encontrada em todas as fitofisionomias, essa planta é geralmente epífita comum em bordas de floresta, cerrado e caatinga, habitando preferencialmente em troncos vivos. Possui distribuição pantropical e sua ocorrência já foi registrada em todos os estados brasileiros. Conclui-se que há muito a ser explorado quanto à realização de levantamentos brioflorísticos, visto que provavelmente existe uma grande quantidade de espécies que ainda são desconhecidas para o estado e, até mesmo, para o Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Musgos, Unidade de Conservação, Vegetação.

BIOFLORA DISTRIBUTION IN DIFFERENT CERRADO PHYTOPHYSIOGNOMIES OF THE SERRA DAS ARARAS ECOLOGICAL RESERVE, PORTO ESTRELA, MT

ABSTRACT: The Bryophytes comprise the second largest group of land plants, which originated before the Devonian, will more than 300 million years ago, dispersing through spores instead of seeds as occurs in vascular plants. However, despite being a large group and have a lot of ecological and economic importance, the Brazilian bryoflora is little known because of the

huge geographical area and the lack of research in the area. This study aims to analyze the distribution of bryophytes between different vegetation types in the Ecological Station Serra das Araras, in the municipality of Porto Estrela, MT. For this work was used as a conservation area in the Ecological Station Serra das Araras. The EESA is covered by a variety of vegetation types, such as the Cerrado strict sense, the Riparian Matas, the Dirty Field and Matas rubs. Samples were collected on a nature trail called Mouth of Joseph. All material collected was identified and treated to be deposited in the collection of the Herbarium briófitas TANG of UNEMAT in Tangara da Serra. 12 families, divided into 15 genera and 19 species were recorded. The species *Octoblepharum albidum* found in all vegetation types, this plant is usually common epiphyte in forest edges, savannah and scrub, inhabiting preferably in living trunks. It has pantropical distribution and its occurrence has been recorded in all Brazilian states. In conclusion, there is much to be explored regarding the realization of brioflorísticos surveys, since there is probably a lot of species that are still unknown to the state even for Brazil.

KEYWORDS: Bryophytes, Ecological Station, vegetation type

INTRODUÇÃO

As Briófitas surgiram à muito tempo, antes do período Devoniano, ou seja, à mais de 300 milhões de anos. Constitui o segundo grupo de plantas terrestres em número de espécies, sendo superada apenas pelas Angiospermas, contribuindo significativamente para a biodiversidade do planeta (GRADSTEIN et al., 2001; BUCK e GOLFFINET, 2000; NEWTON et al., 2000). O termo “briófitas” é utilizado para designar musgos, hepáticas e antóceros, ou seja, plantas que possuem um ciclo de vida marcado pela alternância de gerações, onde a geração gametofítica é dominante (VANDERPOORTEN e GOFFINET, 2009). Sua dispersão ocorre através de esporos ao invés de sementes (GRADSTEIN et al., 2001), no entanto, a reprodução assexuada é diplóide e representada pelo esporófito de vida curta, não ramificada, e aderida ao gametófito (geração sexuada). O gametófito é haplóide, fotossintetizante, vida longa e livre, o qual produz os órgãos sexuais: anterídios e arquegônios (SCHOFIELD, 1985). Apesar de sua reprodução sexuada ser uma característica marcante deste grupo, elas apresentam outras, como: pequeno porte, avascular, frágeis, que preferencialmente habitam lugares úmidos e sombreados. Entretanto, também podem ser encontrados em ambientes secos e desérticos, sendo possível porque suportam a dessecação, e sobrevivem com seus esporos dormentes ou gametófitos secos (MARGULIS; SCHWARTZ, 2001). Os tipos de substratos onde as briófitas podem ser encontradas são inúmeros e diversos podendo ser árvores, troncos vivos ou em decomposição, solos, rochas, construções entre outros. No entanto, existem espécies aquáticas (de água doce), porém a maioria é terrestre (FRAHM, 2003). Apresentam um papel ecológico muito importante, pois participam de ciclos de carbono e nitrogênio. Também controlam a erosão e auxiliam na manutenção do balanço hídrico do solo, são componentes da biomassa e participam do ciclo do carbono e nitrogênio (ANDO; MATSUO, 1984; GLIME, 2007). No

Brasil, ocorrem aproximadamente 2.961 espécies, sendo 22 espécies de antóceros, 978 de hepáticas e 1.970 de musgos (YANO & PERALTA, 2004). A região Centro-oeste ainda permanece pouco conhecida em sua brioflora. Embora coletas tenham sido realizadas, porém, poucos trabalhos têm sido publicados (CÂMARA e VITAL, 2004). O estado de Mato Grosso se localiza na região Centro-oeste do Brasil, ocupando uma área de 903.329,700 km². Entretanto, apesar de ser um grupo grande e ter muita importância ecológica e econômica, a brioflora brasileira é pouco conhecida devido a enorme área geográfica e a falta de pesquisa na área, se compararmos os estudos realizados com as fanerógamas (LEMONS-MICHEL, 2001; SHEPHERD, 2003). Os estudos em Mato Grosso começaram com Sampaio (1916), Hoehne e Kuhlmann (1951), Lisboa e Lisboa (1978), Guarim Neto; Yano (1985), Windisch (1983), e atualmente estão sendo realizados por Gradstein e Costa (2003), Câmara e Vital (2004), Câmara e Vital (2006). Estudos deste grupo ainda são muito escassos para a nossa região. Contudo, a Estação Ecológica Serra das Araras não possui, ainda, nenhum levantamento brioflorístico.

MATERIAL E MÉTODOS

A Estação Ecológica Serra das Araras (EESA) foi criada pelo decreto 82.222 de 31/05/1982 e pertence ao Instituto Chico Mendes (ICMBIO), ocupando uma área de 28.700 ha. Estando situada entre os municípios de Porto Estrela e Cáceres - Mato Grosso, entre as latitudes 15°27' e 15°48' S e longitudes 57°03' e 57°19' W (Figura 1), com altitudes variando entre 300 a 800 metros (SILVA; ONIKI, 1988).

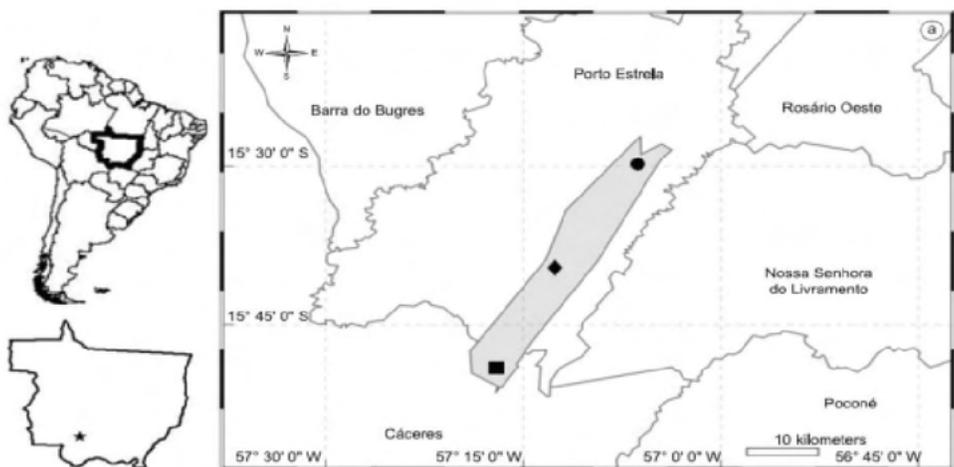


Figura 1. Mapa de localização da Unidade Serra das Araras, estado de Mato Grosso.

A EESA está localizada na unidade geomorfológica denominada Província

Serrana, formada por um conjunto de serras paralelas (SILVA; ONIKI, 1988). O clima é tropical quente sub-úmido (Aw) e precipitação anual em torno de 1.400 mm. A média das temperaturas mínimas e máximas é de 20°C e 32°C, respectivamente. O clima da área apresenta duas estações, chuvosa (novembro a abril) e seca (demais meses do ano), bem definidas (VALADÃO, 2012).

A Estação Ecológica da Serra das Araras está inserida no domínio morfoclimático do Cerrado (AB'SABER, 1977) e destaca-se das demais áreas deste domínio por se encontrar fisicamente isolada e apresenta relevo e altitude bem diferenciados das regiões adjacentes. A EESA é coberta por uma variedade 16 de fitofisionomias (Figura 2), tais como o Cerrado sensu stricto, as Matas Ciliares, o Campo Sujo e as Matas de Babaçu (GONÇALVES; GREGORIN, 2004).

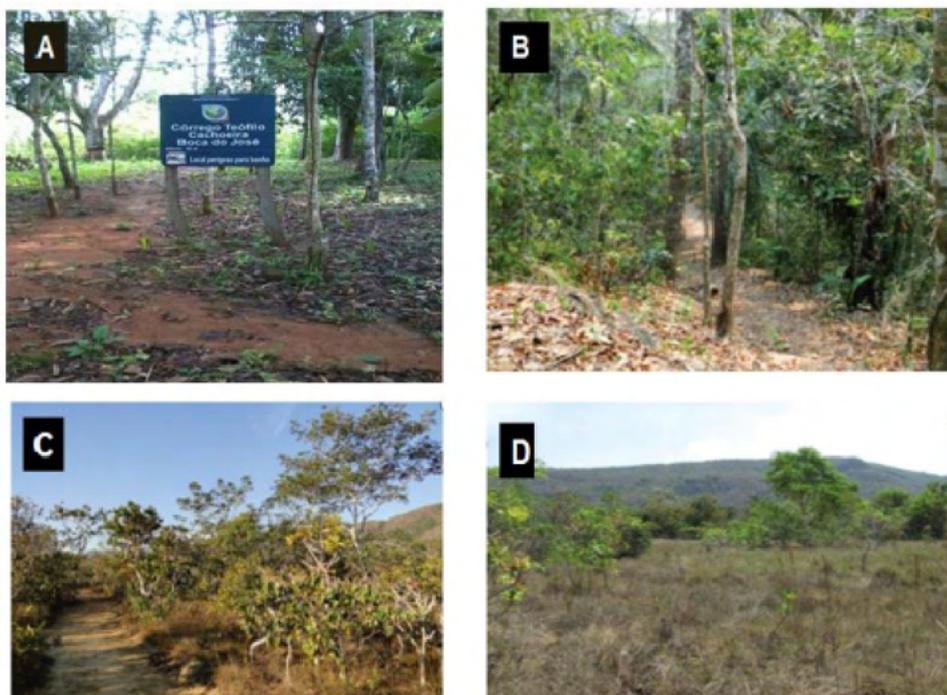


Figura 2. Fitofisionomias da ESEC Serra das Araras, localizadas no Estado de Mato Grosso.

As coletas foram realizadas nos períodos de estiagem (maio) e cheias (setembro) de 2014. Foram determinados quatro pontos com fitofisionomias diferentes em uma trilha ecológica da cacheira Boca do José. O primeiro ponto localiza-se entre as coordenadas 15°58'53,2"S e 57°40'60,7"W; o segundo ponto está localizado em 15°11'55,4"S e 57°11'55,4"W; o terceiro entre as coordenadas 15°38'05,6"S e 57°12'05,4"W e o quarto ponto, em 15°39'7"S e 57°12'49"W.

As amostras foram obtidas em diferentes tipos de substratos, sendo eles solos (húmus, areia, terra preta, rocha, entre outros), troncos de árvores (vivas e em decomposição). O material foi retirado do substrato com auxílio de canivete ou formão, pois as plantas que estavam aderidas a substrato como em rocha, há dificuldade de retirada. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel etiquetados, contendo informações sobre o local, data e número de coleta, nome do coletor e substrato.

O método de coleta foi realizado de acordo com a metodologia proposta pelo Instituto de Botânica (1989). O material identificado foi incorporado no acervo da coleção de Briófitas do Herbário TANG, na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) – Campus de Tangará da Serra. As amostras foram obtidas em diferentes tipos de substratos, sendo eles solos (húmus, areia, terra preta, rocha, entre outros), troncos de árvores (vivas e em decomposição). O material foi retirado do substrato com auxílio de canivete ou formão, pois as plantas que estavam aderidas a substrato como em rocha, há dificuldade de retirada. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel etiquetados, contendo informações sobre o local, data e número de coleta, nome do coletor e substrato.

O material foi analisado morfológicamente no Laboratório de Microscopia, na Universidade do Estado de Mato Grosso, campus de Tangará da Serra-MT. Utilizou-se o sistema de classificação de Buck (2000) e a identificação das espécies foi realizada utilizando Lisboa (1993), Câmara (2002), Yano e Peralta (2007), Câmara (2008a e 2008b), Soares (2008), Soares (2011), baseando-se na observação de caracteres morfológicos e posteriormente enviado para briologistas da Universidade de Brasília – UNB, para a confirmação taxonômica. Para análise de similaridade foi utilizado o coeficiente de similaridade de Jaccard, sendo $J = S_{12} / (S_1 + S_2 - S_{12})$, onde **S1** é o número de espécies da comunidade 1, **S2** é o número de espécies da comunidade 2 e **S12** é o número de espécies comum em ambas as comunidades.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do levantamento florístico realizado na Estação Ecológica Serra das Araras, foram identificadas 19 espécies de musgos, distribuídas em 15 gêneros e 11 famílias (Tabela 1). A família que obteve maior destaque foi Calymperaceae, apresentando quatro espécies: *Calymperes palisotii* Schwagr., *Calymperes erosum* Muell., *Syrrhopodon lingulatus* Mont., Syll. Gen. e *Syrrhopodon gardneri* (Hook.) Schwägr.; seguida por Hypnaceae, apresentando três espécies: *Chryso-Hypnum diminutivum* (Hampe) W.R. Buck., *Isopterygium tenerifolium* Mitt. e *Isopterygium tenerum* (Sw.) Mitt.

Família	Espécies	Coleta 1		Coleta 2		Total	
		F. A	F. R	F. A	F. R	F. A	F. R
BARTRAMIACEAE	<i>Philonotis cernua</i> (Wilson) D.G. Griffin & W.R. Buck.	1	0,71	2	1,42	3	2,13
CALYMPERACEAE	<i>Calymperes palisotti</i> Schwagr.	16	11,35	0	0,00	16	11,35
	<i>Calymperes erosum</i> Müll.Hal.	0	0,00	1	0,71	1	0,71
	<i>Syrrophodon ligulatus</i> Mont., Syll. Gen.	0	0,00	2	1,42	2	1,42
	<i>Syrrophodon gardneri</i> (Hook.) Schwägr.	5	3,55	0	0,00	5	3,55
	<i>Fissidens submarginatus</i> Bruch.	0	0,00	1	0,71	1	0,71
FISSIDENTACEAE	<i>Chryso-Hypnum diminutivum</i> (Hampe) W.R.Buck.	6	4,26	2	1,42	8	5,67
HYPNACEAE	<i>Isopterygium tenerifolium</i> Mitt.	8	5,67	0	0,00	8	5,67
	<i>Isopterygium tenerum</i> (Sw.) Mitt.	6	4,26	11	7,80	17	12,06
	<i>Campylopus savannarum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	7	4,96	0	0,00	7	4,96
LEUCOBRYACEAE	<i>Ochrobryum obtusifolium</i> (C. Muell.)	10	7,09	1	0,71	11	7,80
PTEROBRYACEAE	<i>Henicodum geniculatum</i> (Mitt.) W.R. Buck.	2	1,42	0	0,00	2	1,42
	<i>Pirella pohlii</i> (Schwägr.) Cardot.	2	1,42	0	0,00	2	1,42
	<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.	6	4,26	8	5,67	14	9,93
OCTOBLEPHARACEAE	<i>Racopilum tomentosum</i> (Hedw.) Brid.	0	0,00	3	2,13	3	2,13
RACOPILACEAE	<i>Sematophyllum galipense</i> (Müll. Hal.) Mitt.	5	3,55	0	0,00	5	3,55
SEMATOPHYLLACEAE	<i>Sematophyllum subsimplex</i> (Hedw.) Mitt.	0	0,00	23	16,31	23	16,31
STEREOPHYLLACEAE	<i>Entodontopsis leucostega</i> (Brid.) W.R. Buck & Ireland.	1	0,71	1	0,71	2	1,42
THUIDIACEAE	<i>Cyrtio-hypnum scabrosulum</i> (Mitt.) W.R.Buck & H.A.Crum.	1	0,71	10	7,09	11	7,80
Total		76	53,90	65	46,10	141	100,00

Tabela 1 - Lista de família e espécies de musgos encontrados na Estação Ecológica Serra das Araras, Porto Estrela - MT. Onde F.A = Frequência Absoluta, F. R= Frequência Relativa.

O Brasil abriga 82% das espécies de Calymperaceae, já que esta família é predominantemente tropical, embora também ocorra em áreas subtropicais. No entanto, Dias Neto (2011) encontrou 6 espécies pertencentes à família Calymperaceae, em matas de galeria da Área de Proteção Ambiental de Cafuringa, Brasília – DF. Em um trabalho realizado em formações costeiras de Floresta Atlântica, Santos e colaboradores (2011), encontraram sete espécies da família Calymperaceae.

No local de estudo foram encontrados diversos tipos de substratos, sendo o tronco vivo com maior relevância, apresentando 52 espécimes de musgos. Já o substrato com menor relevância florística foi sobre rochas com apenas 8 espécimes (Figura 3).

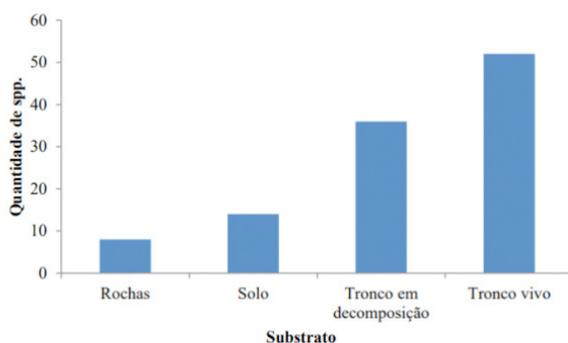


Figura 3. Tipos de substratos ocupados pelas briófitas na ESEC Serra das Araras.

Assim como encontrado neste trabalho, Richards (1984) relata que nas florestas

tropicais úmidas os troncos vivos, seguidos dos troncos em decomposição, são os substratos de máximo estabelecimento das briófitas. Para Soares (2011), essa preferência dos musgos por troncos de árvores vivas em relação a outro tipo de substrato pode sugerir que, na área estudada, esses microambientes sejam mais efetivos em proporcionar condições de umidade, temperatura, entre outras, necessárias para a sobrevivência desses organismos.

A área de estudo possui fitofisionomias que também foram levadas em conta neste trabalho, sendo elas Matas ciliares (M.C.), Cerrado *sensu strictu* (C.S.S.), Campo sujo (C.S.) e Cerradão (C.D.), onde existe dominância de babaçus (*Attalea speciosa*).

As espécies *Calymperes palisotii*, *Isopterigyum tenerum* e *Octoblepharum albidum* foram encontrada em todas as fitofisionomias, que segundo Yano (1989), essas plantas são geralmente epífitas comum em bordas de Floresta, Cerrado e Caatinga, habitando preferencialmente em troncos vivos. Possui distribuição pantropical e sua ocorrência já foi registrada em todos os estados brasileiros. As espécies *Calymperes erosum* e *Racopilum tomentosum* foram encontradas somente na fitofisionomia de matas de babaçu, que é um ambiente bem próximo à cachoeira Boca do José e, para Lisboa (1993), estas espécies crescem sobre troncos e raízes de árvores vivas ou em decomposição, em locais úmidos, perto de rios e em ambientes mais abertos, tipo savana. Espécies como *Fissidens submarginatus*, *Philonotis cernua* e *Pirella pohlii* foram encontradas em Matas Ciliares, diferentemente como citado por Florschütz (1964), que esta espécie ocorre em lugares abertos, plantações e raramente em florestas. *Sematophyllum subsimplex* foi encontrada nas fitofisionomia denominada Campo sujo, Mata ciliar e Mata de babaçu apresentando a maior frequência com 16,31% das espécies identificadas e corroborando com Ballejos (2009), que os espécimes ocorrem como corticícolas, terrícolas, rupícolas ou epíxilos em ambientes de campo rupestre e floresta estacional, além de ser encontradas em área de mata, próximo a córregos e quedas d'água. A presença de algumas espécies que aparecem apenas em uma fitofisionomia pode estar relacionada com a preferência de alguns substratos de cada espécie, pois algumas tem preferência com ambientes mais úmidos, e outras com maior incidência de luz solar.

Calymperes palisotii Schwagr., *Isopterigyum tenerum* (Sw.) Mitt e *Octoblepharum albidum* Hedw. foram encontradas em todas as fitofisionomias. Segundo o Instituto de Botânica (1989), essas plantas são geralmente epífitas comuns em bordas de floresta, cerrado e caatinga, habitando preferencialmente em troncos vivos. Possuem distribuição pantropical e suas ocorrências já foram registradas em todos os estados brasileiros. As espécies *Calymperes erosum* Muell e *Racopilum tomentosum* (Hedw.) Brid. foram encontradas somente na fitofisionomia de Cerradão (C.D.), que se encontra bem próxima à cachoeira Boca do José e, para Lisboa (1993), estas espécies crescem sobre troncos e raízes de árvores vivas ou em decomposição, em locais úmidos, perto de rios e em ambientes mais abertos, tipo savana. *Sematophyllum subsimplex* (Hedw.) Mitt. foi encontrada nas fitofisionomia denominada Campo sujo, Mata ciliar e Mata de babaçu apresentando a maior

frequência com 16,31% das espécies identificadas.

A maior similaridade ocorreu entre os pontos 1 (Mata ciliar) e 4 (Cerradão), assim como nos pontos 3 e 4, ambos apresentando 55,5% das mesmas espécies nos referidos pontos. Estes valores podem ser explicados pelas características fisionômicas do ambiente, pois os pontos 1 e 4 são locais que apresentam umidade, contribuindo assim para a desenvolvimento de determinadas espécies. Quanto aos pontos 3 e 4, a similaridade pode estar relacionada com a proximidade destes pontos. A menor similaridade foi obtida entre os pontos 2 (Cerrado *sensu strictu*) e 4 (Cerradão), com 21,4%, já que as espécies encontradas são diferentes nestes pontos e pode ser explicado pelo fato de representarem pontos extremos e com fisionomias bem distintas.

CONCLUSÃO

Neste trabalho foram registras 11 famílias de musgos, divididas em 15 gêneros e 19 espécies, coletadas na Estação Ecológica Serra das Araras, localizada entre os municípios de Porto Estrela e Cáceres – Mato Grosso. Dentre estas famílias, Calymperaceae obteve maior destaque, apresentando 4 espécies, *Calymperes palisotii*, *Calymperes erosum*, *Syrrhopodon lingulatos* e *Syrrhopodon gardneri*. Entretanto, os substratos mais colonizados foram rochas, solos, tronco vivo e tronco em decomposição, sendo o tronco vivo apresentando o maior número de espécies. Em todos estes substratos, a espécie *Octoblepharum albidum* foi à mais encontrada, demonstrando que esta espécie é generalista. Quanto a similaridade da fitofisionomia, os pontos com maior similaridade foram 1 e 4 e pontos 3 e 4, com 55,5%, respectivamente, de semelhança em espécies. Os pontos 2 e 4 apresentaram a menor similaridade, com 21,4% de semelhança entre as espécies. Este trabalho é de suma importância ecológica, pois nenhum levantamento brioflorístico foi realizado nesta área de estudo, assim como poucos estudos com briófitas são realizados no Estado de Mato Grosso, no entanto, muitas espécies ainda podem ser desconhecidas pela falta de pesquisa nesta área e região.

REFERÊNCIAS

Ando H, Matsuo A. 1984. **Applied Bryology. Advances in Bryology**, Vol. 2, 133-144.

Buck WR, Golffinet B. 2000. **Morphology and Classification of mosses**. In: Shaw AJ.

Câmara PEAS, Vital DM. 2004. **Briófitas do município de Poconé, Pantanal de Mato Grosso. MT, Brasil**. Acta Botânica Brasilica, Vol. 18, n. 4, p. 881-886.

Câmara PEAS, Vital DM. 2006. **Briófitas de Cáceres, Pantanal de Mato Grosso, Brasil**, com nuevos registros para el estado y el Pais. Tropical Bryology, v. 27, p. 1-8.

Dias Neto RG. 2011. **Briófitas de matas de galeria da APA de Cafuringa, Brasília, DF – Brasil**. 2011. 91 f., il. Dissertação (Mestrado em Botânica)-Universidade de Brasília, Brasília.

Frahm JP. 2003. **Manual of Tropical Bryology**. Bonn: Botanisches Institut der Universität.

Genevro JA, Athayde Filho, FP, Peralta DF. 2006. **Briófitas de mata de galeria no Parque Municipal Mario Viana, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil**. Boletim do Instituto de Botânica, Vol. 18, p.149-157.

Gradstein SR, Churchill SP, Salazar-Allen N. 2001. **Guide to the Bryophytes of Tropical America**. Bronx: New York Botanical Garden.

Gradstein SR, Costa DP. 2003. **The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil**. Bronx: New York Botanical Garden.

Instituto de Botânica 1989. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo, 62 p. ilust. (Série Documentos).

Lisboa RCL. 1993. **Musgos acrocárpicos do Estado de Rondônia**. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, Coleção Adolpho Ducke.

Moura NA. 2016. **Novos registros de briófitas para o Estado de Mato Grosso, Brasil**. Biota Amazônia. Macapá, v. 6, n.1, p.76-82.

Richards PW. 1984. **The Ecology of Tropical Forest Bryophytes**. In.: Schuster RM. New Manual of Bryology. Califórnia: The Hattori Botanical Laboratory: 1233-1270.

Silva JMC, Oniki Y. 1988. **Lista preliminar da avifauna da Estação Ecológica Serra das Araras, Mato Grosso, Brasil**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Vol. 4, p. 123-143.

Soares AER. 2011. **Flora do Distrito Federal: Musgos Pleurocárpicos**. 2011. 198 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Botânica), Universidade de Brasília, Brasília.

Vanderpoorten A, Golffinet B. 2009. **Introduction to Bryophytes**. Cambridge: Cambridge University Press.

Yano O, Peralta DF. 2004. **Musgos (Bryophyta) de Mato Grosso, Brasil**. Hoehnea, v. 31, p. 251-292.

RESPOSTAS MORFO-ECOLÓGICAS DE *Tectaria incisa* CAV. EM DIFERENTES SITUAÇÕES AMBIENTAIS EM REMANESCENTE DE FLORESTA ATLÂNTICA SUBMONTANA, PARACAMBI, RJ

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 13/08/2021

Yumi Okumura Moliné

Universidade federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica - Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/3013521089136688>

Ivo Abraão Araújo da Silva

Universidade federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica - Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/2546359418443390>

RESUMO: As samambaias, junto com as licófitas, compõem um grupo genérico de plantas vasculares sem sementes chamado de pteridófitas. *Tectaria incisa* Cav. é uma samambaia nativa de hábito rupícola ou terrestre, de ampla ocorrência geográfica e ambiental, graças a sua plasticidade fenotípica. Esta pesquisa buscou analisar respostas morfológicas e fenológicas de *T. incisa* a diferentes situações ambientais, com variação de luminosidade e substrato, em remanescente de Floresta Atlântica do Parque Natural Municipal do Curió, Paracambi, RJ. Foram definidas quatro categorias ambientais para fins de análise comparativa: A- substrato terrícola na sombra, B- Substrato rochoso na sombra; C- substrato terrícola exposto ao sol; D- Substrato rochoso exposto ao sol. Em cada categoria ambiental foram analisados dez indivíduos, para os quais foram coletados dados biológicos de morfologia (medidas estruturais das folhas e rizoma) e fenologia (números de folhas

em diferentes estágios), analisados através da aplicação de ANOVA. Verificou-se que o tipo de substrato influencia na variação do número de frondes totais, férteis e senescentes; e que os indivíduos estabelecidos no substrato terrícola sombreado apresentam maiores tamanhos de folha e lâmina foliar. Os rizomas com maior volume foram observados em indivíduos de substrato rochoso, e a luminosidade foi determinante para as medidas do espaço entre as pinas, evidenciando que espécies que crescem na sombra evitam a sobreposição das pinas na lâmina foliar. Esses resultados evidenciam algumas variações fenológicas e morfológicas de *T. incisa* em resposta às condições dos habitats, expressando a plasticidade fenotípica da espécie como estratégia para colonização de variados microhabitats. *Tectaria incisa* Cav. caracterizou-se como uma interessante fonte de dados em pesquisa de comportamento vegetal, expressando o potencial das samambaias como modelo para análises morfo-ecológicas em resposta a variações ambientais, que podem direcionar estratégias de manejo ambiental visando a conservação biológica e ecossistêmica.

PALAVRAS-CHAVE: Ecologia Vegetal, plasticidade fenotípica, pteridófitas, samambaias, fenologia.

ABSTRACT: Ferns along with lycophytes compose a generic group of seedless vascular plants named pteridophytes. *Tectaria incisa* Cav. is a native rupicultural or terrestrial fern, with a broad geographic and environmental occurrence, due to its phenotypic plasticity. This research aimed to analyze the morphological and phenological

responses of *T. incisa* in different environmental conditions of luminosity and substrate, in an Atlantic Forest remnant of the Curió Municipal Natural Park, at Paracambi, RJ. Four environmental categories were defined for comparative analysis purposes: A - terrestrial substrate in shade; B - rocky substrate in shade; C - terrestrial substrate exposed to the sun; D - rocky substrate exposed to the sun. In each environmental category, ten individuals were analyzed, by collecting biological data of morphology (structural measures of the leaves and rhizome) and phenology (number of leaves at different stages) and analyzing through the application of ANOVA. It was found that the type of substrate influences the variation in the number of totals, fertile and senescent fronds; and that individual established in the shaded terrestrial substrate have larger leaf and leaf blade sizes. The rhizomes with the greater volume were observed in individuals in the rocky substrate, and the luminosity was decisive for the measurements of the space between the pinnacles, demonstrating that species that grow in the shade avoid the overlapping of pinnacles on the leaf blade. These results indicate some phenological and morphological variation of *T. incisa* in response to habitats conditions, expressing the phenotypic plasticity of the species as a strategy for colonization of various microhabitats. *Tectaria incisa* Cav. was characterized as an important data source in plant behavior research, expressing the potential of ferns as a model for morpho-ecological analyzes in response to environmental variations, which can guide environmental management strategies aimed at biological and ecosystem conservation.

KEYWORDS: Plant ecology, Phenotypic plasticity, Pteridophytes, Ferns, Phenology.

1 | INTRODUÇÃO

As samambaias, Classe Polypodiopsida, compõem um grupo de plantas vasculares sem sementes que apresenta variadas adaptações ecológicas em respostas aos seus ambientes de colonização, com capacidade de conquistar diferentes tipos de habitats e expressar variadas formas de vidas (BARROS *et al.* 2002; SHARPE *et al.*, 2010).

Descendentes de uma linhagem que se originou no período Devoniano, há 390 milhões de anos, as samambaias possuem um extenso período de evolução e adquiriram uma série de adaptações que derivaram em consideráveis diversificações morfológicas e fisiológicas, principalmente nos esporófitos (LEHN *et al.*, 2002; RANAL, 1995).

Diante da elevada amplitude adaptativa e, conseqüentemente, da sua ampla faixa de distribuição, as samambaias são encontradas em quase todos os ecossistemas mundiais (tropicais, subtropicais, temperados e boreais) (MORAN & SMITH, 2001). Apesar de cosmopolitas, nota-se um aumento de diversidade específica do grupo em regiões próximas aos trópicos (MORAN, 2002).

Estimam-se cerca de 15.000 espécies de plantas vasculares sem sementes distribuídas em 337 gêneros e 51 famílias (PPG I, 2016). Segundo a FLORA DO BRASIL (2020), cerca de 11% das espécies desse grupo podem ser encontradas no território brasileiro, sendo 1.215 espécies de samambaias e 188 espécies de licófitas, das quais 527 são endêmicas do Brasil.

Para a Floresta Atlântica, são conhecidas 940 espécies de samambaias e licófitas,

das quais aproximadamente 40% são endêmicas desse ecossistema (FLORA DO BRASIL, 2020; PRADO & SYLVESTRE, 2010). A Floresta Atlântica é um dos 36 *hotspots* mundiais, pois apresenta elevada diversidade biológica e compreende um dos domínios fitogeográficos mais ameaçados do planeta (BIODIVERSITY HOTSPOTS, 2021).

No que diz respeito às plantas vasculares sem sementes, de acordo com os números dados acima, abriga 67% das espécies brasileiras e compõe um dos principais centros de diversidade e endemismo de espécies da América. Essas informações concretizam a importância da Floresta Atlântica para o País, para o mundo, e, sobretudo, sua relevância para o grupo das samambaias, que demonstram elevada representatividade nesse domínio fitogeográfico, como reflexo da variedade de habitats oferecidos.

Do ponto de vista fenológico, as samambaias possuem notória plasticidade de respostas foliares, atributo bastante usado para inferências a partir de variações ambientais. Além disso, as samambaias são capazes de promover adaptações mofo-estruturais em resposta a condições ambientais específicas (DICKISON, 2000).

Nessa perspectiva, as samambaias e licófitas são consideradas eficientes bioindicadores de qualidade de solo, clima e topografia (PAGE, 1979; MÁRQUEZ *et al.* 2001; GUO *et al.* 2003). Essa característica bioindicadora resulta da sua relação direta com os fatores abióticos, já que são plantas que, em sua grande maioria, não apresentam vetores intermediários para reprodução e dispersão; seus esporos são pequenos, leves e capazes de viajar por longas distâncias, principalmente, pela ação do vento (KESSLER, 2001; FERRER-CASTÁN & VETAAS, 2005; BICKFORD & LAFFAN 2006).

Nas Florestas Tropicais, as diferenças climáticas atuam em escalas continentais e regionais (DZWONKO & KORNÁS, 1994, MÁRQUEZ *et al.* 1997), enquanto fatores ambientais como a disponibilidade hídrica, a luminosidade e as condições edáficas (i.e. características dos solos) tendem a determinar a distribuição das espécies em escalas regionais, meso-escala e escala-local (RICHARD *et al.* 2000, FERRER-CASTÁN & VETAAS, 2005; PAGE, 2002, KARST *et al.* 2005).

De modo geral, espécies que conseguem atingir elevada amplitude de distribuição geográfica são mais generalistas, apresentando maior plasticidade fenotípica na superação de diferentes pressões ambientais. Como exemplo, a espécie *Tectaria incisa* Cav., família Tectariaceae, ocorre de Norte a Sul do Brasil (FLORA DO BRASIL, 2020), onde, mesmo em escala local, há registros em diferentes situações ambientais. Nesse contexto, a espécie representa um potencial de estudo na detecção de respostas às variações ambientais, que, por sua vez, podem auxiliar na elucidação de questões ecológicas dentro do grupo das samambaias.

Para o Brasil, existem poucos estudos ecológicos com samambaias que visam a investigação de respostas aos distintos fatores ambientais que podem influenciar, modificar ou até mesmo direcionar o desenvolvimento de características fenológicas e morfológicas a nível de indivíduo. Além disso, estudos de variação na forma e função das folhas, por

exemplo, têm se concentrado nas angiospermas (ACKERLY & REICH, 1999; SCOFFONI *et al.* 2011; SACK *et al.* 2012).

Nesse sentido, o presente estudo visou compreender as estratégias que proporcionam a *Tectaria incisa* Cav. o seu sucesso em colonizar e persistir em elevados gradientes ambientais, através da investigação das relações entre suas variações morfológicas e fenológicas em resposta a diferentes condições de luminosidade e substrato em um ecossistema natural de Floresta Atlântica que compõe o Parque Natural Municipal do Curió (PNMC), Paracambi, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

2 | METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

O Parque Natural Municipal do Curió (PNMC) está localizado no município de Paracambi (22° 36'39" S - 43° 42'33" W), Estado do Rio de Janeiro, a 80 km da capital. Possui uma área de aproximadamente 1.100 hectares e constitui um importante remanescente de Floresta Atlântica inserida no corredor ecológico Tinguá-Bocaína (SOUZA, 2011; FRAGA *et al.*, 2012).

O PNMC constitui importante complexo de remanescente de Floresta Atlântica da zona central do corredor de biodiversidade Tinguá-Bocaina, sendo uma Unidade de Conservação de Proteção Integral que une a Serra das Araras à Reserva Biológica do Tinguá. A área está na zona de transição entre Florestas Ombrófilas e Estacionais, podendo compreender espécies que ocorrem nas duas formações (CYSNEIROS *et al.*, 2016).

O parque situa-se na formação geomorfológica de serras e morros altos, na suíte da Serra das Araras, com altitudes que variam de 53 a 632 metros acima do nível do mar. O clima local é marcado por uma estação seca que compreende o período entre os meses de maio a setembro, e estação chuvosa que ocorre entre os meses de outubro e abril (GOMES *et al.* 2014). A unidade está localizada no contexto da bacia hidrográfica do Rio Guandú, no qual encontram-se duas sub-bacias: Rios de Macacos e do Rio São José, que abastecem o município de Paracambi (SOUZA, 2011).

Historicamente essa área foi devastada durante o processo de ocupação do interior do Estado. O parque foi criado pelo Decreto Municipal nº 1001 de 29 de janeiro de 2002. No entanto, somente em 2009 foi homologado como Unidade de Proteção Integral. Essa categoria de Unidade de Conservação (UC), apesar de integral, aceita a realização de atividades de pesquisas científicas, educação ambiental, turismo, entre outras (ITPA, 2018).

2.2 *Tectaria incisa* Cav.

A família Tectariaceae foi proposta por PANIGRAHI (1986) e, após revisões taxonômicas ocorridas ao longo do tempo, possui, atualmente, sete gêneros e cerca de 256 espécies (PPG I, 2016). No Brasil, segundo a FLORA DO BRASIL (2020), a família

conta com 4 gêneros e 15 espécies, atingindo todas as regiões geográficas brasileiras: Norte, Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste. *Tectaria* Cav. é um gênero pantropical que possui cerca de 200 espécies (PPG I, 2016), das quais seis ocorrem no Brasil (FLORA DO BRASIL, 2020).

Tectaria incisa Cav. é uma espécie nativa que possui distribuição neotropical, sendo amplamente distribuída no Brasil nas regiões Norte, Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste, nos domínios fitogeográficos da Amazônia e Floresta Atlântica (PRADO, 2010; FLORA DO BRASIL, 2020). Fora do Brasil, há registros da espécie no México, América Central, Antilhas, Colômbia, Venezuela, Trinidad e Tobago, Guiana, Suriname, Guiana Francesa, Equador, Peru, Bolívia, Paraguai e Argentina (MATOS, 2009).

A espécie pode ser encontrada em matas ciliares e em formações de florestas úmidas, tanto no interior da mata quanto em bordas e trilhas, preferencialmente em locais úmidos e sombreados (PRADO, 2010).

Apresenta hábito herbáceo e se desenvolve em substrato terrícola ou rupícola. Possui rizoma normalmente curto, robusto e com escamas pretas acastanhadas. As frondes férteis e estéreis apresentam forma e tamanho semelhantes. As frondes são de cor verde-pálida, uma vez pinada, com pecíolo do mesmo tamanho ou maior que a lâmina foliar, com coloração marrom pálido na porção apical e castanho escuro na base, sendo pubescentes em ambos os lados, com escamas escuras na base. A lâmina foliar é glabra de, aproximadamente, 90 cm de comprimento e 60 cm de largura, de ápice cuneado, com pina terminal grande e fortemente lobada; abaixo da pina terminal, ocorrem de 3-10 pares de pinas, geralmente inteiras. O par de pinas basais forma, em cada uma das pinas, um lóbulo grande que aponta para baixo (basiscópico). Soros em uma e/ou várias linhas na face abaxial da folha, de ambos os lados das venas secundárias; indúcio redondo-reniforme (nunca peltado), fixo por uma das bordas (MATOS, 2009).

2.3 Delineamento amostral e coleta de dados

No fragmento de floresta, a área de amostragem foi definida a partir de uma trilha pré-existente em uma localidade de regeneração florestal. A partir dessa trilha foi realizado um levantamento sistemático dos indivíduos de *T. incisa* por uma distância de um quilometro no interior da floresta. Esse limite de área de amostragem foi determinado por georreferenciamento (22°35'42"S e 43°41'59"O), cuja extensão foi definida com objetivo de garantir o mínimo de variação dos fatores ambientais não incluídos nas análises investigativas (exemplos: relevo, elevação, solo, tipo florestal, disponibilidade hídrica, entre outros).

Os indivíduos foram amostrados em quatro situações de micro-habitats distintos, baseadas nas variações de tipos de substrato (solo e rocha) e luminosidade (sol e sombra). A combinação dessas duas variáveis explanatórias resultou em quatro categorias de ambiente: A - ambiente de substrato terrícola na sombra (solo-sombra); B - ambiente de

substrato rochoso na sombra (rocha-sombra); C - ambiente de substrato terrícola exposto ao sol (solo-sol); D - ambiente de substrato rochoso exposto ao sol (rocha-sol). Para cada categoria foram coletadas informações biológicas de dez indivíduos, que foram selecionados por ordem de aparecimento, respeitando-se a distância mínima de dez metros caso os indivíduos estivessem na mesma categoria ambiental.

Ao total foram amostrados 40 indivíduos, dos quais foram coletados dados fenológicos (MEHLTRETER 2006; MIRANDA 2008) relacionados ao número total de frondes, número de fronde férteis, número de frondes estéreis, número de báculos e número de frondes senescentes; e dados biológicos de morfologia externa, medidos em centímetros: tamanho da fronde; tamanho do pecíolo; tamanho da lâmina foliar; largura das pinas; espaço entre as pinas nas porções médias e basais da fronde junto à raque e próximo às regiões medianas das pinas; e volume do rizoma (estabelecido através da multiplicação dos valores de suas três dimensões: comprimento, largura e profundidade) (Figura 1).



Figura 1 - Ocorrência de indivíduos de *Tectaria incisa* Cav. em ambientes naturais de Floresta Atlântica no Parque Natural Municipal Curió de Paracambi, Paracambi, Rio de Janeiro, Brasil.

2.4 Análise de dados

Para as análises das variações dos dados biológicos (morfologia e fenologia) de *Tectaria incisa* Cav. em relação às diferentes categorias ambientais, foram aplicados testes do tipo ANOVA Fatorial, com o uso do programa Statistica 8.0 (STATSOFT, 2007).

Quando necessário, os valores originais dos dados coletados para cada variável foram transformados para atender aos pré-requisitos de uso de testes paramétricos, ou seja, respeitando a normalidade e a homogeneidade das variâncias. Em todos os casos, foram considerados significativos valores de $p \leq 0,05$.

3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Fenologia vs. categorias ambientais

As variáveis biológicas referentes aos valores médios dos 40 indivíduos de *Tectaria*

incisa Cav. podem ser observados na Tabela 1. Para os dados fenológicos, a maior média registrada de número de frondes foi 5.3, no ambiente de substrato rochoso exposto ao sol (D: rocha-sol). A menor média para essa mesma variável foi de 2.8, no ambiente de substrato terrícola ocorrente na sombra (A: solo-sombra). Em relação ao número de frondes senescentes, a maior média para essa variável foi de 10.2 no ambiente de substrato rochoso na sombra (B: rocha-sombra) e a menor média foi 5.5 para substrato terrícola na sombra (A: solo-sombra).

O tipo de substrato foi determinante na variação do número de frondes totais ($F=12.80$; $p=0.001$), estéreis ($F=9.47$; $p=0.003$) e senescentes ($F=9.24$; $p=0.004$) dos indivíduos analisados (Tabela 2 e Figura 2). Os indivíduos que cresceram em substrato rochoso apresentaram maiores números de frondes nas três categorias supracitadas.

VARIÁVEIS BIOLÓGICAS	CATEGORIAS AMBIENTAIS			
	A	B	C	D
Número de frondes	2.8	4	3.2	5.3
Número de frondes férteis	1.3	1.2	1.5	1.6
Número de frondes estéreis	1.5	3.3	1.7	4.2
Número de báculos	1.3	2.2	2.4	1.7
Número de frondes senescentes	5.5	10.2	6.9	8.7
Tamanho da fronde (cm)	83	78	79	67
Tamanho do pecíolo (cm)	43	40	41	33
Tamanho da lâmina foliar (cm)	39	38	38	34
Volume do rizoma (cm ³)	186	305	97	214

Tabela 1 - Valores médios dos dados de fenologia e morfologia de indivíduos de *Tectaria incisa* Cav. em diferentes categorias ambientais (A, B, C e D) ocorrentes em Floresta Atlântica no PNMC, Paracambi, Rio de Janeiro, Brasil. A - Ambiente de substrato terrícola na sombra; B - ambiente de substrato rochoso na sombra; C - ambiente de substrato terrícola exposto ao sol; D - ambiente de substrato rochoso exposto ao sol.

Fatores abióticos como o substrato, disponibilidade hídrica e sombreamento são variáveis chaves que afetam os padrões ecológicos em samambaias (FERRER-CASTÁN & VETAAS, 2005; KARST *et al.*, 2005). Entre outros fatores, as principais diferenças entre os substratos terrícola e rochoso são a capacidade que cada um tem na retenção e percolação hídrica, além da amplitude de variação térmica. Diversas pesquisas (SEILER, 1981; TANNER, 1983; RANAL, 1995; SCHMITT & WINDISCH, 2005) reportam que a disponibilidade hídrica tem sido indicada como um fator fundamental para a produção de frondes. Segundo Silva (2008), a fenologia das frondes é mais expressiva quando correlacionada à precipitação, temperatura e umidade.

Neste estudo, a maior média registrada para número de frondes foi observada no ambiente de substrato rochoso e exposto ao sol, onde a disponibilidade hídrica é

restrita, devido à baixa concentração de água na composição rochosa somada a sua baixa capacidade de reter água, além da maior amplitude de variação de temperatura em comparação ao substrato terrícola. A menor média para a mesma variável foi encontrada no ambiente de substrato terrícola e sombreado.

VARIÁVEIS DEPENDENTES	SUBSTRATO		LUMINOSIDADE		INTERAÇÃO	
	Valores de F	Valores de p	Valores de F	Valores de p	Valores de F	Valores de p
Nº de frondes	12.80	0.001	1.51	0.227	1.05	0.311
Nº de frondes estéreis	9.47	0.003	0.02	0.883	0.16	0.688
Nº de frondes férteis	0.37	0.546	0.00	0.984	0.08	0.769
Nº de frondes senescentes	9.24	0.004	0.00	0.962	1.84	0.183
Nº de bâculos	0.05	0.816	0.48	0.488	3.48	0.070

Tabela 2 - Resultados do teste ANOVA para os dados de fenologia de *Tectaria incisa* Cav. em diferentes condições ambientais em relação ao substrato (solo e rocha) e à luminosidade (sol e sombra) em remanescente de Floresta Atlântica do Parque Natural Municipal do Curió (Paracambi/RJ, Brasil). Os valores em negrito destacam as diferenças significativas (valores $p < 0,05$).

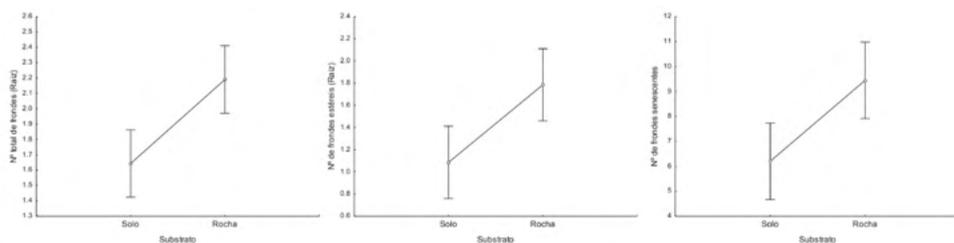


Figura 2 - Variação do número de frondes totais ($F = 12.80$; $p = 0.001$.), estéreis ($F = 9.47$; $p = 0.003$) e senescentes ($F = 9.24$; $p = 0.004$) de indivíduos de *Tectaria incisa* Cav. em resposta ao tipo de substrato (Solo e Rocha) em remanescente de Floresta Atlântica do Parque Natural Municipal do Curió (Paracambi/RJ, Brasil). As barras verticais representam o intervalo de confiança (95%).

Lehn (2008), afirma que as taxas de produção foliar são influenciadas pela longevidade das frondes vegetativas, uma vez que as menores taxas de produção são observadas para as espécies cujas frondes vegetativas apresentam maior longevidade. Dessa forma, uma longevidade menor implica em uma maior taxa de reposição de frondes.

Nessa lógica, as folhas dos indivíduos de *T. incisa* estabelecidos em rochas apresentam menor longevidade, uma vez que esse tipo de substrato apresentou os maiores valores de senescência observados. Além disso, sabe-se que plantas sempre verdes utilizam a reabsorção de nutrientes a partir de frondes velhas, antes da senescência, como estratégia de redução de perda de nutrientes em ambientes pobres (TANI & KODU, 2003; 2005). LARCHER (2006) relata que a produção de frondes com curto tempo funcional adiciona custos à aquisição mais frequente de novas frondes. A baixa capacidade fotossintética ocasionada pela menor superfície foliar, no caso das frondes férteis, e pela

idade, no caso de frondes velhas, resulta em rápida senescência, expressando no indivíduo a economia de carboidratos e nutrientes necessários para a manutenção das frondes mais jovens.

Dessa forma, é coerente sugerir que o número total de frondes e o número de frondes senescentes são fundamentais para a adequação dos indivíduos de *T. incisa* estabelecidos em substrato rochoso, que expressa maior limitação de recursos em relação ao substrato terrícola.

3.2 Morfologia vs. variações ambientais

Em relação aos dados morfológicos (Tabela 1), a maior média para o tamanho da fronde foi de 83 cm, observada na categoria A – ambiente de substrato terrícola na sombra; e o menor valor médio foi de 67 cm, observado na categoria D – substrato rupícola exposto ao sol. Quanto às medidas de rizoma, o maior volume médio observado foi de 305 cm³, nos ambientes da categoria B – substrato rupícola sombreado, enquanto a menor média foi de 97 cm³, registrada na categoria C: substrato terrícola exposto ao sol.

Indivíduos estabelecidos em substrato terrícola na sombra (A: solo-sombra) apresentaram maiores tamanhos de folha e de lâmina foliar (Tabela 3 e Figura 3). Entretanto, em relação ao pecíolo, apenas a variável substrato exerceu influência sobre o seu tamanho, de modo que indivíduos terrícolas apresentam maiores tamanhos de pecíolo (Tabela 3 e Figura 3).

CZERNIAK (2013) obteve resultados similares, no qual, como esperado, espécies maiores foram associadas a habitats úmidos, sombreados e terrestres. Segundo SACK *et al.* (2012), ambientes secos e abertos aparentemente reúnem táxons com frondes menores, característica que contribui para evitar o superaquecimento do indivíduo. Além disso, SCOFFONI *et al.* (2011) relataram que existe uma vantagem hidráulica no transporte de água das venas para o mesófilo quando as folhas são menores.

Segundo GIVNISH (1987) existe uma tendência para lâminas mais longas em ambientes sombreados como contribuição para a captura de luz, necessária ao investimento em massa. As vantagens para plantas com maiores tamanhos são consideráveis, como, por exemplo, uma maior capacidade de obter taxas mais rápidas de captura geral de recursos e, com isso, a vantagem competitiva potencial (TESTO & WATKINS, 2012). No entanto, segundo CHAZDON (1985) o maior tamanho também aumenta os custos de concorrência interna e de suporte estrutural.

VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS	SUBSTRATO		LUMINOSIDADE		INTERAÇÃO	
	Valores de F	Valores de p	Valores de F	Valores de p	Valores de F	Valores de p
Tamanho da Fronde	6.582	0.011	4.686	0.031	1.236	0.267
Tamanho da Lâmina foliar	4.528	0.034	3.917	0.049	2.405	0.122
Tamanho do Pecíolo	5.126	0.024	2.843	0.093	0.046	0.831
Volume do rizoma (cm ³)	4.30	0.045	1.02	0.317	1.07	0.307

Tabela 3 - Resultados do teste ANOVA para os dados de morfológicos de *Tectaria incisa* Cav. em relação ao substrato (solo e rocha) e à luminosidade (sol e sombra) em remanescente de Floresta Atlântica do Parque Natural Municipal do Curió (Paracambi/RJ, Brasil). Os valores em negrito destacam as diferenças significativas (valores $p < 0,05$).

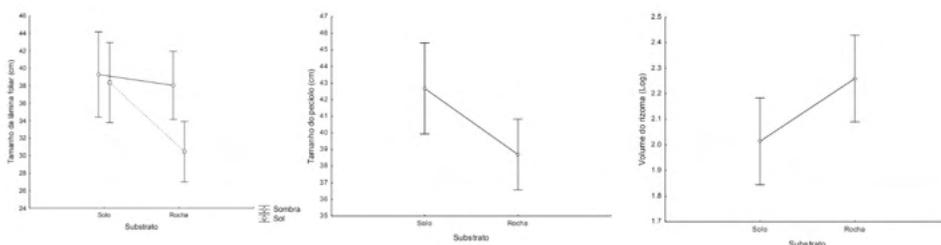


Figura 3 – Variações morfológicas de indivíduos de *Tectaria incisa* Cav. sob diferentes condições ambientais, em relação ao substrato e à luminosidade, em remanescente de Floresta Atlântica do Parque Natural Municipal do Curió (Paracambi/RJ, Brasil). Da esquerda para a direita: tamanho da lâmina foliar (substrato: $F = 4.52$ e $p = 0.034$; luminosidade $F = 3.91$ e $p = 0.049$); tamanho do pecíolo ($F = 5.12$; $p = 0.024$); e volume do rizoma ($F = 4.308$; $p = 0.045$). ANOVA, barras verticais representam o intervalo de confiança (95%).

Em relação às medidas de espaços entre as pinas, verificou-se que apenas a luminosidade exerceu influência em suas variações ($F = 6.41$; $p < 0.001$), de modo que os indivíduos que estavam estabelecidos na sombra expressaram maiores intervalos de espaços entre pinas adjacentes (Figura 4).

A maior área foliar em ambientes sombreados indica um maior investimento da planta na superfície exposta para a interceptação dos raios luminosos (NIINEMETS & FLECK, 2002). O fato dos indivíduos estabelecidos em locais com maior sombreamento não expressarem a sobreposição de suas pinas reflete uma estratégia de *T. incisa* de melhor aproveitamento da incidência solar. O oposto ocorreu para indivíduos presentes em locais com maior incidência solar, sendo o espaço entre as pinas menor, as vezes com sobreposição. Essa arquitetura pode diminuir o estresse causado pela alta incidência solar, evitando o superaquecimento da fronde (CZERNIAK, 2013). As samambaias variam drasticamente em tamanho, arquitetura foliar e forma de crescimento, e se diversificam amplamente entre os gradientes de umidade e luz (RAVEN *et al.* 1999; MORAN, 2004).

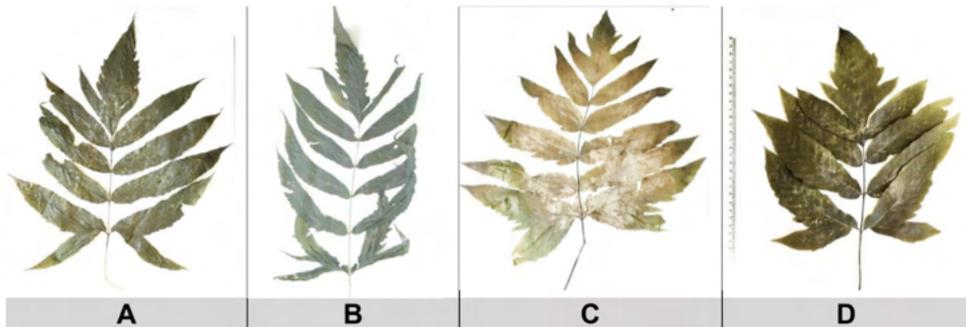


Figura 4 – Exemplos de arquitetura das folhas de indivíduos de *Tectaria incisa* Cav. ocorrentes em diferentes situações ambientais (A, B, C e D) em remanescente de Floresta Atlântica do Parque Natural Municipal do Curió (Paracambi/RJ, Brasil). É possível notar as variações nos espaços entre pinas das frondes dos diferentes indivíduos. A - Ambiente de substrato terrícola na sombra; B - ambiente de substrato rochoso na sombra; C - ambiente de substrato terrícola exposto ao sol; D - ambiente de substrato rochoso exposto ao sol.

A maior área foliar em ambientes sombreados indica um maior investimento da planta na superfície exposta para a interceptação dos raios luminosos (NIINEMETS & FLECK, 2002). O fato dos indivíduos estabelecidos em locais com maior sombreamento não expressarem a sobreposição de suas pinas reflete uma estratégia de *T. incisa* de melhor aproveitamento da incidência solar. O oposto ocorreu para indivíduos presentes em locais com maior incidência solar, sendo o espaço entre as pinas menor, as vezes com sobreposição. Essa arquitetura pode diminuir o estresse causado pela alta incidência solar, evitando o superaquecimento da fronde (CZERNIAK, 2013). As samambaias variam drasticamente em tamanho, arquitetura foliar e forma de crescimento, e se diversificam amplamente entre os gradientes de umidade e luz (RAVEN *et al.* 1999; MORAN, 2004).

No que se refere ao rizoma, foi observado que indivíduos de substrato rochoso possuíam as maiores medidas de volumes (Tabela 3 e Figura 3), ocasionadas, principalmente, pelas maiores medidas de comprimento. Provavelmente, essa característica está associada ao aumento da área de exploração de recurso, tendo em vista a maior restrição de acúmulo de nutrientes nesse tipo de substrato. Além disso, comparado ao substrato terrícola, o rizoma que cresce em rocha está submetido a uma maior exposição à incidência solar e aos seus efeitos. Segundo POORTER & NAGEL (2000) e KWAK *et al.* (2011) rizomas nessas condições requerem maior captação de água e absorção de nutrientes para a manutenção do processo fotossintético.

Conforme sugerido por GOULD & LEWONTIN (1979), a adaptação potencial ou classificação ecológica de táxons pré-adaptados indicam que características morfológicas são importantes na captação e aquisição de recursos e na determinação de distintas competências das plantas entre ambientes.

Não foram observadas relações entre a largura das pinas e as variações de

ambientes ($F = 1.68$; $p = 0.09$) e, em nenhum dos casos testados, houve interação entre as variáveis abióticas (substrato e luminosidade) para explicar as variações nos dados biológicos (fenológicos e morfológicos) (Tabelas 2 e 3).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante as observações realizadas no presente estudo, fica evidente a ocorrência de variações nas características fenológicas e morfológicas de *Tectaria incisa* Cav. em resposta às variações ambientais em escala local. As influências que o ambiente exerce sobre os indivíduos mostraram-se determinantes para a heterogeneidade fenotípica da espécie.

As respostas de *Tectaria incisa* às condições dos habitats expressam a plasticidade fenotípica como estratégia para colonização de diferentes condições de substrato e luminosidade, contribuindo para a capacidade dessa espécie de se distribuir ao longo de toda área de estudo.

A maior senescência observada nos indivíduos de substrato rochoso indica que nessa situação ambiental as folhas apresentam menor longevidade.

Os resultados obtidos confirmam o potencial do grupo das samambaias como bioindicador ambiental, que pode representar ferramenta efetiva para direcionamentos de manejo e estratégias de conservação.

REFERÊNCIAS

ACKERLY, D. D. & REICH, P.B. **Convergence and correlations among leaf size and function in seed plants: A comparative test using independent contrasts.** American Journal of Botany, v. 86, p.1272-1281, 1999.

BARROS, I. C. L.; SANTIAGO, A. C. P.; XAVIER, S.R S.; SILVA, M. R.; LUNA, C. P. L. **Diversidade e aspectos ecológicos de pteridófitas (avencas, samambaias e plantas afins) ocorrentes em Pernambuco.** Editora Massangana e Secretaria de Tecnologia e Meio Ambiente (SECTMA) - Diagnósticos da Biodiversidade de Pernambuco, Recife, p. 153-172, 2002.

BICKFORD S.A, LAFFAN S.W. **Multi-extent analysis of the relationship between pteridophyte species richness and climate.** Global Ecology and Biogeography 15: 588–601, 2006.

BIODIVERSITY HOTSPOTS in Conservation International. Disponível em: <<https://www.conservation.org/priorities/biodiversity-hotspots#>> Acesso em: 12 Ago 2021.

CHAZDON, R. L. **Leaf display, canopy structure, and light interception of two understory palm species.** American Journal of Botany, v. 72, p.1493-1502, 1985.

CYSNEIROS, V. C; BRAZ, D. M; PELISSARI, A. L; MOURÃO, K. S; **Composição florística e fitogeográfica de uma Floresta Atlântica no Sudeste brasileiro.** BIOFIX Scientific Journal, v.1, n.1, p.98-106. 2016.

CZERNIAK, C. F. **Causes and Consequences of Variation in Fern Leaf Form and Physiology**. A dissertation submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree Doctor of Philosophy in Biology, University of California, LA, 2013.

DICKISON, W. C. **Ecological anatomy, Integrative Plant Anatomy**. Harcourt Academic Press, San Diego, p. 295-337, 2000.

DZWONKO, Z. & KORNÁS, J. **Patterns of species richness and distribution of pteridophytes in Rwanda (Central Africa): a numerical approach**. Journal of Biogeography, v. 21, p. 491–501, 1994.

FERRER-CASTÁN, D. & VETAAS, O. R. **Pteridophyte richness climate and topography in the Iberian Peninsula: comparing spatial and nonspatial models of richness patterns**. Global Ecology and Biogeography, v. 14: 155-165, 2005.

FLORA DO BRASIL 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 5 ago. 2021.

FRAGA, M. E.; BRAZ, D. M.; ROCHA, J. F.; PEREIRA, M.G.; FIGUEIREDO, D. V. **Interação microrganismo, solo e flora como condutores de biodiversidade na Mata Atlântica**. Acta Botanica Brasilica, v. 26, n.4, p. 857–865. 2012.

GIVNISH, T. J. **Comparative studies of leaf form - assesing the relative roles of selective pressures and phylogenetic constraints**. New Phytologist, v. 106, p. 131-160, 1987.

GOULD, S. J. & LEWONTIN, R. C. **The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of The Adaptationist Programme**. Proceedings of the Royal Society of London, Series B, v. 205, p. 581-598, 1979.

GUO, Q., KATO, M., RICKFLES, R. E. **Life history, diversity and distribution: a study of japonese pteridophytes**. Ecography, v. 26, p.129–138, 2003.

ITPA–INSTITUTO TERRA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL. **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Curió de Paracambi, Paracambi**, 2010. Disponível em. Acesso em: 11 jun. 2018.

KARST, J.; GILBERT, B.; LECHOWICZ, M.J. **Fern community assembly: The roles of chance and the environment at local and intermediate scale**. Ecology, v. 86, n. 9, p. 2473-2486, 2005.

KESSLER, M. **Pteridophyte species richness in Andean forests in Bolivia**, Biodiversity and Conservation, 10(9), 1473–1495, 2001.

KWAK, M. J.; LEE, S. H.; WOO, S. Y. **Growth and anatomical characteristics of different water and light intensities on a cork oak (Quercus suber L.) seedling**. African Journal of Biotechnology, v 10, n. 53, p 10964-10979, 2011.

LARCHER, W. **Ecolfisiologia vegetal**. RiMa, São Carlos, 2006.

LEHN, C. R.; SCHMITT, J. L. e INDISCH, P. G. 2002. **Aspectos do desenvolvimento vegetativo de Rumohra adiantiformis (Forst.) Ching. (Pteridophyta/Dryopteridaceae), em condições naturais**. Revista Estadual, v. 25, p. 21-28, 2002.

MÁRQUEZ, A. L.; REAL, R.; VARGAS, J. M. & SALVO, A. E. **On identifying common distribution patterns and their causal factors: a probabilistic method applied to pteridophytes in the Iberian Peninsula.** *Journal of Biogeography*, v.24, p. 613–631, 1997.

MÁRQUEZ, A. L.; REAL, R.; VARGAS, J. M. **Methods for comparison of biotic regionalizations: the case of pteridophytes in the Iberian Peninsula.** *Ecography*, v. 24, p. 659-670, 2001.

MATOS, F. B. **Samambaias e licófitas da RPPN Serra Bonita, Município de Camacan, sul da Bahia, Brasil.** Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p. 255, 2009.

MEHLTRETER, K. **Leaf phenology of the climbing fern *Lygodium venustum* in the semideciduous Lowland Forest on the Gulf of Mexico.** *American Fern Journal*, v. 96, p. 21–30, 2006.

MIRANDA, A. M. **Fenologia de duas espécies de pteridófitas (Blechnaceae - Monilophyta) na Floresta Atlântica Nordestina.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

MORAN, R. C. **A Natural History of Ferns.** Timber Press, Inc., Portland, 2004.

MORAN, R. C.; SMITH, A. R. **Phytogeographic relationships between neotropical and African-Madagascar pteridophytes.** *Brittonia*, v. 53, n. 2, p. 304-351, 2001.

MORAN, R.C. **Tropical diversity.** *Fiddlehead Forum*, v. 29, p. 14-15, 2002.

NIINEMETS, U. & FLECK, S. **Petiole mechanics, leaf inclination, morphology, and investment in support in relation to light availability in the canopy of *Liriodendron tulipifera*.** *Oecologia*, v. 132, p. 21-33, 2002

PAGE, C. N. **Ecological strategies in fern evolution: a neopteridological overview.** *Review of Palaeobotany and Palynology* v. 119, p. 1-33, 2002.

PAGE, C. N. **The diversity of ferns. An ecological perspective.** In: Dyer, A.F. (ed.) *The experimental biology of ferns.* London Academic Press, p.10-56, 1979.

PANIGRAHI, G. 1986. **Proposal to conserve Pteridaceae Reichenbach (Pteridophyta).** *Taxon*, v. 35, p. 385- 386, 1986.

POORTER, H.; NAGEL, O. **The role of biomass allocation in the growth response of plants to different levels of light, CO₂, nutrients and water.** *Review. Aust. J. Plant Physiol*, v. 27, p. 595-607, 2000.

PPG I. **A community-based classification for extant ferns and lycophytes.** *Journal of Systematics and Evolution*, v.54, p. 563–603, 2016.

PRADO, J. **Tectariaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

PRADO, J. & SYLVESTRE, L. S. **Introdução: as samambaias e licófitas do Brasil.** In: FORZZA, RC., org., *et al.* Instituto de pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

RANAL, M. A. **Estabelecimento de pteridófitas em Mata Mesófila Semidecídua do estado de São Paulo. 3. Fenologia e Sobrevivência dos Indivíduos.** Revista Brasileira de Biologia, v. 55, p. 777-787, 1995.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHORN, S. E. **Biology of Plants.** Editor W. H. Freeman and Company, New York, v. 6 1999.

RICHARD, M.; BERNARD, T. & BELL, G. **Environmental heterogeneity and the spatial structure of fern species diversity in one hectare of old-growth forest.** Ecography, v. 23, p. 231-245, 2000.

SACK, L. *et al.* **Developmentally based scaling of leaf venation architecture explains global ecological patterns.** Nature Communications, v. 3, p. 837, 2012.

SCHMITT, J. L. e WINDISCH, P.G. **Aspectos ecológicos de *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no Rio Grande do Sul, Brasil.** Acta Botânica Brasilica, v. 19, p. 859-865, 2005.

SCOFFONI, C.; RAWLS M.; MCKOWN, A. D.; COCHARD, H.; SACK, L. **Decline of leaf hydraulic conductance with dehydration: relationship to leaf size and venation architecture.** Plant Physiology, v.156, p. 832-843, 2011.

SEILER, R. L. **Leaf turnover rates and natural history of the Central American tree fern *Alsophila salvinii*.** American Fern Journal, v. 71, p. 75-81, 1981.

SHARPE, J. M.; MEHLTRETER, K.; WALKER, L. R. **Ecological importance of ferns, Fern Ecology.** Cambridge University Press, New York, p. 140–170, 2010.

SILVA, F.C.L. **Ecofisiologia de Cyatheaceae (Monilophyta): fenologia, banco de esporos , anatomia e germinação.** Tese (Doutorado) - Univesidade Federal de Pernambuco, 2008.

SMITH, A. R.; PRYER, K. M.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P. G. **A classification for extant ferns.** Taxon, v.55, n.3, p.705-731, 2006.

SOUZA, T. F. **Interpretação Ambiental da Trilha do Jequitibá-Rosa no Parque Natural Municipal do Curió de Paracambi, RJ (PNMCP).** Monografia, p. 35, 2011.

STATDOFT INC. **Statistica (data analysis software system), versão 8.0.** Disponível em: 2007.

TANI T, KUDO G. 2003. **Storage ability of overwintering leaves and rhizomes in a semi evergreen fern, *Dryopteris crassirhizoma* (Dryopteridaceae).** Ecological Research 18:15-24, 2003.

TANNER, E.V.J. **Leaf demography and growth of treefern *Cyathea pubescens* Mett. Ex Kuhn in Jamaica.** Botanical Journal of the Linnean Society, v.87, p. 213- 227, 1983.

TESTO, W. L. & WATKINS, J. E. **Influence of plant size on the ecophysiology of the epiphytic fern *Asplenium auritum* (Aspleniaceae) from Costa Rica.** American Journal of Botany, 2012.

CAPÍTULO 5

FLORA DO AMAPÁ: VITACEAE JUSS

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 06/08/2021

Mikaeli Katriny Vaz da Costa

Instituto Macapaense de Ensino Superior
Macapá-Amapá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1596756813486799>

Tonny David Santiago Medeiros

Herbário Amapaense (HAMAB)/Instituto de
Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado
do Amapá
Macapá-Amapá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5290011258151891>

Carlos Alberto Santos da Silva Junior

Laboratório de Taxonomia Vegetal (HAMAB)/
Instituto de Pesquisas Científicas e
Tecnológicas do Estado do Amapá
Macapá-Amapá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1035303387615496>

Cásia Moraes Frazão

Instituto Macapaense de Ensino Superior
Macapá-Amapá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7419633114510658>

Caroline Stephanie Paiva da Fonseca

Instituto Macapaense de Ensino Superior
Macapá-Amapá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7097010990520773>

Ana Luzia Ferreira Farias

Universidade do Estado do Amapá
Macapá-Amapá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6082145587144658>

Plínio Marcos Bahia Potyguara

Núcleo de Biodiversidade/Instituto de
Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado
do Amapá
Macapá-Amapá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2898686152476613>

Salustiano Vilar da Costa-Neto

Núcleo de Plantas Aquáticas/Instituto de
Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado
do Amapá
Macapá-Amapá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3690020956352808>

Sheylla Susan Moreira da Silva de Almeida

Universidade Federal do Amapá
Macapá-Amapá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5096255590649678>

Patrick de Castro Cantuária

Laboratório de Taxonomia Vegetal (HAMAB)/
Instituto de Pesquisas Científicas e
Tecnológicas do Estado do Amapá
Macapá-Amapá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0936816000933677>

RESUMO: As Vitaceae Juss. são compostas por 15 gêneros e cerca de 800 espécies, caracterizadas como lenhosas, herbáceas, e principalmente lianas. No Brasil, ocorrem dois gêneros *Vitis* L. e *Cissus* L., e 51 espécies. O objetivo deste estudo é quantificar e conhecer a diversidade da família Vitaceae no Estado do Amapá. Os dados foram extraídos de registros digitais, posteriormente, compilados em programa Excel (2016), tabulados e filtrados para determinação das coleções de referência,

municípios, gêneros e espécies, confirmados por meio de literatura especializada. Foram registrados 162 espécimes distribuídos em 17 herbários. Os registros foram classificados no gênero *Cissus* L.; 131 espécimes foram identificados em nível de espécie (11), as mais presentes são *Cissus erosa* Rich. (58), seguida por *Cissus verticillata* (L.) Nicolson & C.E. Jarvis (32), *Cissus spinosa* Cambess. (17) e *Cissus duarteana* Cambess. (11), que unificadas representam 72,84 %. Todas as espécies classificam-se como lianas. Conclui-se que o gênero com maior ocorrência no Estado Amapá é *Cissus* (96,91%). As espécies mais frequentes são: *C. erosa*, *C. verticillata*, *C. spinosa* e *C. duartena* (72,84%).

PALAVRAS-CHAVE: Coleção. Diversidade. Flora do Amapá.

FLORA OF AMAPÁ: VITACEAE JUSS

ABSTRACT: The Vitaceae Juss. they are composed of 15 genera and about 800 species, characterized as woody, herbaceous, and mainly lianas. In Brazil, there are two genera *Vitis* L. and *Cissus* L., and 51 species. The aim of this study is to quantify and understand the diversity of the Vitaceae family in the State of Amapá. Data were extracted from digital records, later compiled in Excel (2016), tabulated and filtered to determine reference collections, municipalities, genera and species, confirmed through specialized literature. A total of 162 specimens distributed in 17 herbaria were registered. The records were classified in the genus *Cissus* L.; 131 specimens were identified at the species level (11), the most present being *Cissus erosa* Rich. (58), followed by *Cissus verticillata* (L.) Nicolson & C.E. Jarvis (32), *Cissus spinosa* Cambess. (17) and *Cissus duarteana* Cambess. (11), which together represent 72.84%. All species are classified as lianas. It is concluded that the genus with the highest occurrence in the State of Amapá is *Cissus* (96.91%). The most frequent species are: *C. erosa*, *C. verticillata*, *C. spinosa* and *C. duartena* (72.84%).

KEYWORDS: Collection. Diversity. Flora of Amapá.

INTRODUÇÃO

A família botânica Vitaceae Juss. é composta por 15 gêneros (LOMBARDI, 2000, 2002) e aproximadamente 800 espécies (RIBEIRO *et al.*, 1999). Possui distribuição em regiões temperadas como tropicais e subtropicais (SOUZA; LORENZI, 2005).

As Vitaceae se apresentam como lenhosas ou herbáceas, raramente arbustos ou árvores (BERG, 1993; RIBEIRO *et al.*, 1999), e principalmente lianas com gavinhas opostas às folhas e nós geralmente engrossados. Apresenta folhas alternas, simples ou compostas, sempre com estípulas. Inflorescência cimosa ou paniculada, terminal, axilar ou oposta às folhas; flores geralmente pouco vistosas, bissexuadas ou unissexuadas, actinomorfas, diclamídeas; cálice gamossépalo, prefloração valvar; estames em número igual, anteras rimosas, disco nectarífero ou glândulas nectaríferas isoladas presentes; ovário súpero, bilocular, placentação axial, óvulos 2 por lóculo. Fruto bagas globosas com uma semente por fruto pequenas, escuras (JOLY, 1966; SOUZA; LORENZI, 2005).

No Brasil, ocorrem dois gêneros *Cissus* L., nativa, e *Vitis* L., introduzida, (JOLY, 1966; SOUZA; LORENZI, 2005), e cerca de 51 espécies (FLORA DO BRASIL, 2020). O

gênero *Vitis*, possui cerca de 65 espécies, com distribuição nas Américas, Europa e Ásia (ARAÚJO *et al.*, 2020). É um gênero cultivado no Brasil para fins econômicos na produção de vinho, sucos e frutas, sendo a espécie *Vitis vinifera* L. a mais evidente nesse cenário (SOEJIMA; WEN, 2006).

O gênero *Cissus* L. é o maior em riqueza específica entre as Vitaceae, constituído por 350 a 400 espécies trepadeiras (CORRÊA, 1978). Com ampla distribuição geográfica incluindo a África, Américas, sul da Ásia, Austrália, e Nova Guiné, ocorre naturalmente em todo território brasileiro, apesar de não possuir significativa importância econômica, algumas espécies são intensamente utilizadas na medicina indígena e popular (LOMBARDI, 2000).

Dessa forma o conhecimento gerado e/ou salvaguardado permite que informações pretéritas se tornem fundamentais para (re)conduzir novas diretrizes de pesquisa.

Nesse contexto, as Coleções Científicas Botânicas correspondem a fontes de dados materiais e documentais com informações sobre diversidade e até a cobertura vegetal de uma região, onde são alocados registros preservados de espécimes armazenados em herbários, representando elementos primordiais para pesquisas florísticas e outros inúmeros estudos (PEIXOTO *et al.*, 2007; SIQUEIRA; SANTOS-FILHO; SIQUEIRA-FILHO, 2012).

O sistema *Specieslink* integra as informações presentes nas Coleções Científicas, a fim de viabilizar o acesso ao estudo das Regiões e Biomas do Brasil. Sendo possível a extração de informações de espécies que compõe a flora de uma determinada região, bem como a distribuição geográfica de maneira mais sistematizada e específica.

O Estado do Amapá localizado no extremo norte do Brasil, é detentor de considerável cobertura vegetal, com florestas de várzea, terra firme, savanas, campos inundados, e áreas de ressaca (PEREIRA; SOBRINHO; COSTA-NETO, 2011; TAKIYAMA *et al.*, 2004). Possui uma das menores taxas de desmatamento do Brasil, atualmente é considerado o estado brasileiro mais preservado, com aproximadamente 72% de sua área protegida, com 19 unidades de conservação e 5 terras indígenas, formando o corredor da Biodiversidade do Amapá, que ocupam uma área de mais de 9 milhões de hectares (DIAS; CUNHA; SILVA, 2016).

Apesar dessa grande magnitude de floresta primária, a flora do estado com sua grande diversidade ainda é pouco estudada e conseqüentemente pouco conhecida. O objetivo deste estudo é quantificar e conhecer a diversidade da família Vitaceae no Estado do Amapá.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A pesquisa foi realizada no Estado do Amapá (Figura 1), integralmente inserido

no bioma da Amazônia, localizado no extremo Norte do Brasil, com uma área de aproximadamente 142.470,762 km², sendo o menor entre os sete estados da região Norte (IBGE, 2018). Com limites a Noroeste e Norte da Guiana Francesa e a Noroeste e Leste do Oceano Atlântico, cercado pelo Rio Amazonas entre os paralelos de 0° e 03° S e meridianos 50° e 54° W, fazendo fronteira com Pará e Suriname (ABREU *et al.*, 2014; BRASIL, 1943).

O clima do estado é caracterizado como quente e úmido com duas estações bem definidas Verão (Menos Chuvoso) Inverno (Mais Chuvoso). Fatores que favorecem diretamente na tipologia vegetal diversa com o predomínio de Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme e Aluvial e Savana Amazônica ou Cerrado (IBGE, 2012; NEVES, 2012).

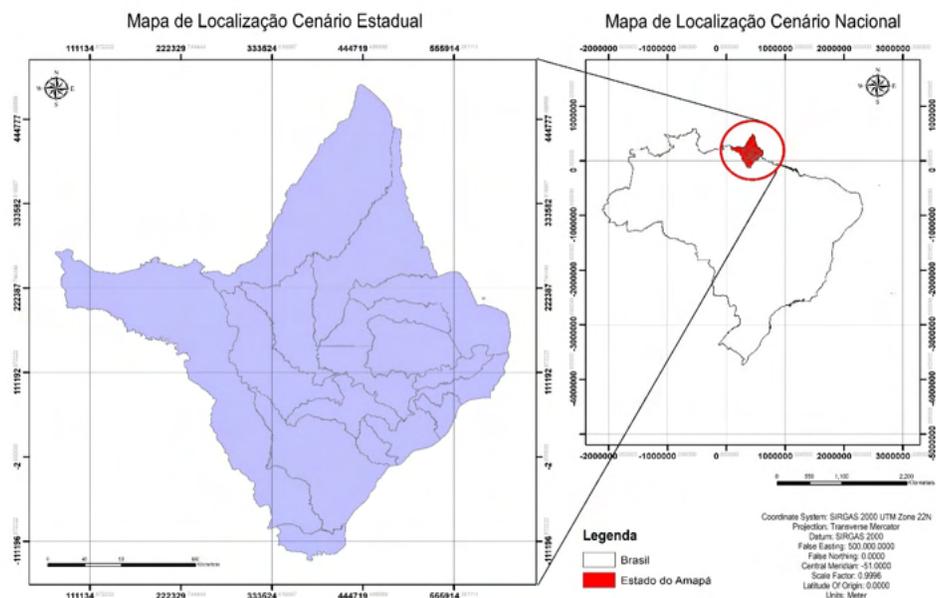


Figura 1 – Localização do Estado do Amapá, na Amazônia e Região Norte do Brasil, 2021.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Cerca de 73% do território do estado do Amapá se encontra legalmente protegido, seja por alguma modalidade de Unidade de Conservação (UC) ou por proteção a terras indígenas [TI] (DIAS; CUNHA; SILVA, 2016). É considerado o estado mais protegido do Brasil, com 19 unidades de conservação, das quais: 12 federais, 5 estaduais e 2 municipais (BRASIL, 2008).

Onde a principal unidade é o Parque Nacional de Montanhas do Tumucumaque (de jurisdição federal), distribuída em uma área de quase 4 milhões de hectares; e a Floresta Estadual do Amapá, alocada em pouco mais de 2 milhões de hectares. Ambas totalizam aproximadamente 70% da área de todas as UC presentes no estado (BRASIL, 2008).

Coleta de dados

A coleta se deu a partir da organização dos registros digitais onde constam os dados de espécies coletadas e tombadas do herbário do Estado o Herbário Amapaense (HAMAB) e outros herbários (nacionais e internacionais), extraídos da plataforma *Specieslink* que é um sistema distribuído de informação que integra dados primários de coleções científicas de onde foram extraídos apenas os registros coletados no estado do Amapá identificados como pertencentes à família Vitaceae. Os dados obtidos por meio das buscas nos herbários foram disponibilizados em planilha eletrônica Excel (2016).

A tabulação em planilhas de Excel possibilitou a correção dos campos (como “família”, “gênero” e “espécie”) devido a erros constantemente presentes na digitação nos bancos de dados disponíveis online. Para a construção da lista das espécies foi consultado o site *Specieslink* (2021) aos quais possui a base de dados de vários herbários brasileiros, inclusive do HAMAB, e da Flora do Brasil (FORZZA *et al.*, 2010).

Foram verificados e corrigidos registros duplicados e demais erros relacionados à localidade de coleta e grafia das nomenclaturas. Por fim, foram buscadas informações gerais em cada registro para permitir inserir campos adicionais na planilha como: “formas de vida”, para descrever as formas de vida (árvore, arbusto, erva, epífita...) de cada espécie. Logo após os dados foram tabulados e ordenados seguindo a cronologia: família, espécie, forma de vida, coletor e número de coleta, coleção de referência e coordenadas geográficas (SANTOS, 2019).

As famílias foram organizadas de acordo com o *Angiosperm Phylogene Group* (APG IV, 2016) e a atualização da nomenclatura e a verificação das formas de vida foram realizadas por meio de consulta aos sites The Plant List (2021) e Flora do Brasil 2020, disponíveis no endereços eletrônicos na seguinte ordem: <http://www.theplantlist.org> e <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>.

Análise de dados

Após a fase de elaboração da listagem das espécies compreendendo: família, espécie, forma de vida, coletor e número de coleta e coleção de referência, foi realizada a confecção de gráficos, quadros e tabelas que cruzaram as informações que possibilitaram as respostas necessárias para a caracterização de família Vitaceae de acordo com as informações contidas nas coleções científicas, com dados disponibilizados no sistema digital *Specieslink*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas 162 amostras distribuídas em 17 herbários (FURB, HAMAB, HBRA, IAN, INPA, IRD, K, MFS, MG, MNHN, MOBOT, NBC, NYBG, P, RB, UEC e US), sendo 96 nacionais (59,25%) e 66 internacionais (40,74%), das quais 50 (30,86%) estão

alocadas no Herbário Amapaense (HAMAB) (Figura 2).

A evolução temporal das coletas realizadas indica a ocorrência de um período que compreende desde 1950 a 2019, denotando a existência de informações consistentes quanto as de coletas da família Vitaceae no Estado do Amapá.

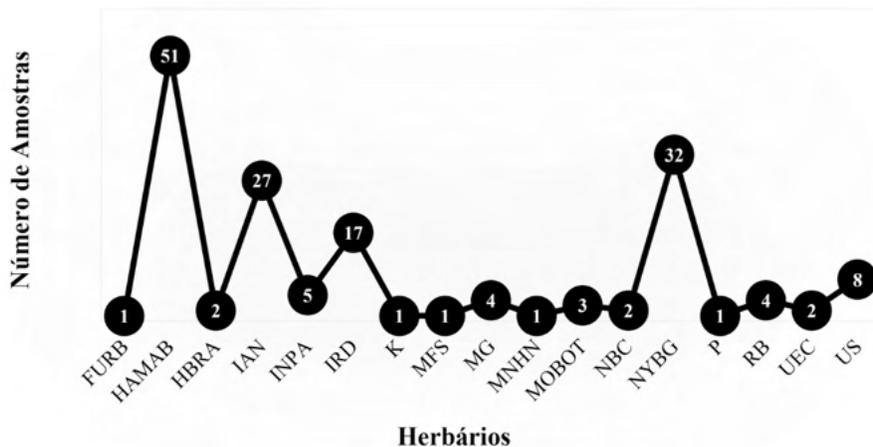


Figura 2 – Número de registros alocados nos herbários nacionais e internacionais, da família Vitaceae, coletos no Estado do Amapá.

Fonte: Produção dos autores (2021).

Com destaque para a década de 80 como o período que concentrou o maior número de coletas (32) e o ano de 1954 com o valor mais expressivo de registros (16) (Figura 3).

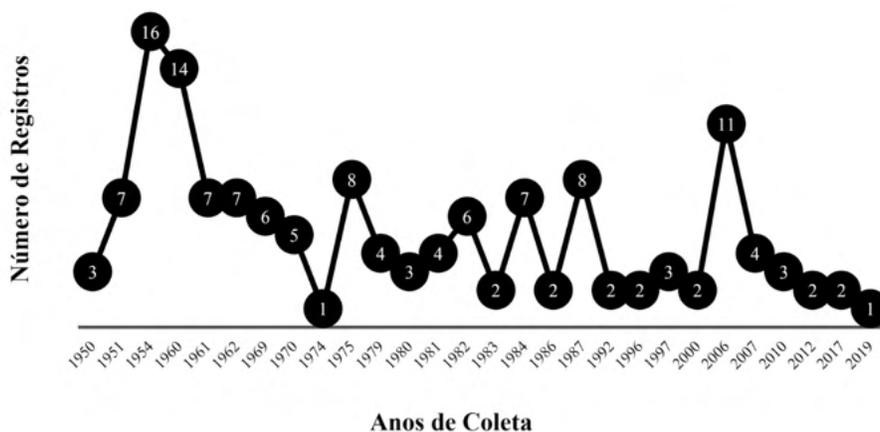


Figura 3 – Número de coletas de espécies da família Vitaceae, por ano no Estado Amapá.

Fonte: Produção dos autores (2021).

Dos 162 registros 131 foram identificados em nível de espécie (11), sendo a mais presente *Cissus erosa* Rich. [58] (Figura 4), seguida por *Cissus verticillata* (L.) Nicolson & C.E. Jarvis (32), *Cissus Spinosa* Cambess. (17) e *Cissus duarteana* Cambess. (11), que unificadas representam 72,84 % do total (Tabela 1).



Figura 4 – Hábito e inflorescência de *Cissus erosa*, 2021.

Fonte: Acervo de Salustiano Vilar da Costa Neto (2021).

Espécie	Registros	Forma de Vida
<i>Cissus erosa</i> Rich.	58	Liana
<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis	32	Liana
<i>Cissus Spinosa</i> Cambess.	17	Liana
<i>Cissus duarteana</i> Cambess.	11	Liana
<i>Cissus campestris</i> (Baker) Planch.	1	Liana
<i>Cissus flavens</i> Desc.	1	Liana
<i>Cissus haematantha</i> Miq.	1	Liana
<i>Cissus amapaensis</i> Lombardi (endêmica)	2	Liana
<i>Cissus subrhomboidea</i> (Baker) G. Planch.	2	Liana
<i>Cissus sulcicaulis</i> (Baker) Planch.	2	Liana
<i>Cissus trigona</i> Willd. ex Schult. & Schult.f.	4	Liana
Sem identificação	31	Liana

Tabela 1 – Listagem das espécies da família Vitaceae, inventariadas no Estado do Amapá, com quantidades de registros e forma de vida.

Fonte: Produção dos autores (2021).

Com maior número de registros no Amapá *Cissus erosa* apresenta uma dominância esperada, tendo em vista sua ampla distribuição que vai desde o México e América Central até a América do Sul. No Brasil, se faz presente em quase todos os estados exceto no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, ocorrendo nos domínios da Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal, sendo frequente em bordas de matas primárias e secundárias (BFG, 2015).

O mesmo se dá com a segunda espécie com maior número de registros no Amapá *Cissus verticillata* que possui distribuição na região neotropical considerada a espécie mais amplamente distribuída da família Vitaceae (LOMBARDI 2002, 2016), com ocorrência em todos os estados brasileiros, ocorrendo com frequência em bordas de matas primárias (BFG, 2015).

Cissus amapaensis Lombardi, apesar de sua quase inexpressiva porcentagem de registros no estado (2) é a única espécie endêmica, o que lhe atribuiu o epíteto específico “amapaensis”, descoberta no município de Mazagão, em floresta tropical primária de terra firme, em 19 junho 1986, por Pires e Silva (holótipo, NY) (LOMBARDI, 1996).

Todas as espécies classificam-se como lianas (Tabela 1), destas 54,54% ocorrem no Cerrado, 36,36 % em Terra Firme, e 27,27 % em Floresta de Várzea (Figura 5). A biodiversidade do Cerrado apesar de elevada biodiversidade é geralmente menosprezada. O número de plantas vasculares é superior à encontrada na maioria das regiões do mundo: plantas arbustivas, arbóreas, herbáceas e cipós somam mais de 7.000 espécies (MENDONÇA *et al.*, 1998), 44 % de sua flora é endêmica, atribuindo ao Cerrado o título de savana tropical mais diversificada do mundo e segundo maior bioma do Brasil com 21% do território nacional, é considerado a última fronteira agrícola do planeta (BORLAUG, 2002), todos esses fatores unificados endossam e justificam a predominância de coletas desta família no Amapá.

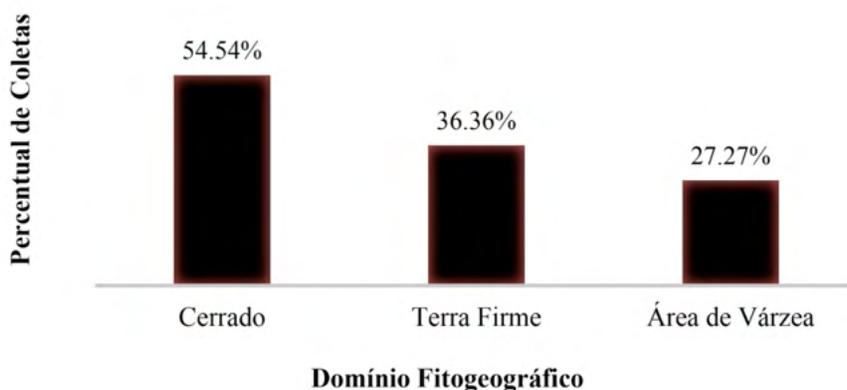


Figura 5 – Domínios de coleta das espécies da família Vitaceae, coletadas no estado do Amapá.

Fonte: Produção dos autores (2021).

Quanto a distribuição de coletas da família, Vitaceae possui ampla distribuição com registros em 13 dos 16 municípios do estado, sendo estes: Amapá, Cutias do Araguari, Laranjal do Jari, Macapá, Mazagão, Oiapoque, Pedra Branca do Amapari, Porto Grande, Pracuúba, Santana, Serra do Navio, Tartarugalzinho e Vitória do Jari (Figura 6).

O município com número mais expressivo de coletas é Macapá (33) com 20,37

% do total de registros, o que pode estar atrelado a facilidade de acesso ao município que é a capital do Amapá, seguida por Oiapoque (26) 16,05 % e Amapá (21) 12,96%, esse percentual de coleta elevado apesar da dificuldade de acesso aos município se dá principalmente pelos seu status de proteção territorial, Oiapoque possui 73,50% do seu território protegido por UC e 23,13% por TI, totalizando 96,64% de proteção territorial, assim como o município Amapá não tão distante dessa realidade com mais da metade de sua área territorial protegida 69,06 % (AMAPÁ, 2018), o que se torna um atrativo de pesquisadores afim do conhecimento da flora local dos municípios.



Figura 6 – Municípios de coleta da família Vitaceae, coletadas no estado do Amapá.

Fonte: Produção dos autores (2021).

A descrição da ocorrência da família Vitaceae no Estado do Amapá além de crucial para diversos pontos de partida do estudo da flora local, evidencia a importância dos dados de coleções botânicas compartilhados em plataformas digitais como ferramenta indispensável para estudos de plantas dando suporte à pesquisa para diversas áreas do conhecimento.

Estes pontos unificados colocam as coleções biológicas como principal fonte para estudos sobre diversidade biológica (BICUDO; SHEPHERD, 1998; PIRANI, 2005).

CONCLUSÃO

Conclui-se que a maioria das coletas do estado do Amapá encontram-se em herbários nacionais, o gênero com maior ocorrência no estado Amapá é o *Cissus* L., e as espécies mais frequentes são: *C. erosa*, *C. verticillata*, *C. spinosa* e *C. duartena*. *Cissus amapaensis* Lombardi, é a única espécie endêmica do Amapá.

Todas as espécies classificam-se como lianas, mais da metade das coletas foram realizadas no cerrado. Vitaceae possui ampla distribuição no Amapá com registros em 13 dos 16 municípios.

REFERÊNCIAS

ABREU, J.C. *et al.* Estrutura e distribuição espacial de andirobeiras (*Carapa spp.*) em floresta de várzea do estuário amazônico. **Ciência Florestal**, 24:1007-1016. 2014.

AMAPÁ. Secretaria de estado do Meio Ambiente (SEMA). Áreas protegidas do estado do Amapá por município. Macapá: [no prelo], 2018.

ARAÚJO, A.M. *et al.* **Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil**: Vitaceae. *Rodriguésia* 71: e 03232018. 2020.

BERG, M. E. V. D. **Plantas medicinais da Amazônia**: contribuição ao seu conhecimento sistemático. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2ª ed., 207p. 1993.

BICUDO, C. E. M.; SHERPHERD, G. J. Síntese. *In*: BICUDO, C. E. M.; SHERPHERD, G. J. (Eds.). **Fungos, microrganismos e plantas**: biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil. v. 2. São Paulo: Fapesp. 1998. p. 77-79.

BORLAUG, N.E. 2002. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. *In*: R.

BAILEY (ed.). **Global warming and other eco-myths**. pp. 29-60. Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA.

BFG - The Brazil Flora Group Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. *Rodriguésia*, 66: 1085-1113. 2015.

BRASIL. Decreto-Lei Nº 5.812 de 13 de setembro de 1943. **Cria os Territórios Federais do Amapá, do Rio Branco, do Guaporé, de Ponta Porã e do Iguassú**. [Diário Oficial da União]. Rio de Janeiro. 1943.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria do Meio Ambiente. **Atlas – Unidades de Conservação do Estado do Amapá**. Macapá: MMA/IBAMA-AP; GEA/SEMA, 2008.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das Plantas Úteis do Brasil**; Imprensa Nacional; Rio de Janeiro, p 130-131, 1978.

COSTA, J.S.S. **Desenvolvimento dos Municípios Amapaenses**: Uma Análise Sob a Ótica de Indicadores Ambientais. *In*: I Seminário Potiguar de Agroecologia e Meio Ambiente. Mossoró, 2016.

DIAS, T.C.A.; CUNHA, A.C.; SILVA, J.M.C. Return on investment of the ecological infrastructure in a new forest frontier in Brazilian Amazonia. **Biological Conservation**, v. 194, p. 184-193, 2016.

FORZZA, R. C. *et al.* **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. v. 1. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2010.

FLORA DO BRASIL 2020. Vitaceae. In: **Flora do Brasil 2020** (em construção) Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em 30 julho 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Censo demográfico – 2010**. 2010. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial>>. Acesso em: 17 mar. 2018.

JOLY, A. B. **Botânica**: introdução a taxonomia vegetal. São Paulo: Cia Ed. Nacional/EDUSP 1966. 634p

LOMBARDI, J.A. Vitaceae - Gêneros *Ampelocissus*, *Ampelopsis* e *Cissus*. **Flora Neotropica Monograph 80**: 1-251, 2000.

LOMBARDI, J.A. Vitaceae In: WANDERLE, Y M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; GIULIETTI, A. M.; MELHEM, T. S.; BITTRICH, V.; KAMEYAMA, C. **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. HUCITEC, FAPESP, São Paulo. Vol. 2, pp. 365-374, 2002.

LOMBARDI, J.A. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Vitaceae. **Rodriguésia 67**: 1493-1497. 2016.

LOMBARDI, J.A. Five New Species of *Cissus* (Vitaceae) from Northern Brazil. Missouri Botanical Garden Press. **Novon**, Vol. 6, No. 2 pp. 195-200, Summer, 1996.

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

MORI, S. A. *et al.* Composition and structure of an eastern Amazonian forest at Camaipi, Amapá, Brazil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Botânica, v. 5, p. 3-18, 1989.

NEVES, D. G. **Influência da vegetação na precipitação pluviométrica sazonal do Estado do Amapá**: um estudo de sensibilidade climática. 2012. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá Macapá. 2012.

PEIXOTO, A. L. *et al.* **Coleções botânicas**: objetos e dados para a ciência. Cultura Material e Patrimônio de C&T, p. 315-326, 2007.

PEREIRA, L. A.; SOBRINHO, F. A. P.; COSTA-NETO, S. V. Florística e estrutura de uma mata de terra firme na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Rio Iratapuru, Amapá, Amazônia Oriental, Brasil. **Floresta**, v. 41, p. 113-122, 2011.

PIRES, J. M. **Plantas do Amapá**. Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte. 1963.

PIRANI, J. R. **Sistemática**: tendências e desenvolvimento incluindo impedimentos para o avanço do conhecimento na área, 2005. Disponível em: www.cria.org.br/cgee/col. Acesso em: 04 agosto 2021.

PRANCE, G. T. Floristic inventory of the tropics: where do we stand? **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 64, p. 559-684. 1997.

RIBEIRO, J. E. L. S. *et al.* **Flora da reserva Ducke**: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazonia Central. Manaus: Inpa, p. 816, 1999.

SANTOS, A.M.T. **Diversidade florística da Bacia do Igarapé da Fortaleza**: Banco de dados de herbários como subsídio ao conhecimento da Flora Amapaense. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Instituto Macapaense de Ensino Superior, IMMES, Macapá, 2019.

SIQUEIRA, A. A.; SANTOS-FILHO, J. V.; SIQUEIRA-FILHO, J. A. Carolus: um novo sistema gratuito para manipulação eletrônica de coleções botânicas. **Rodriguésia**, v. 63, n. 3, p. 715-732, 2012.

SPECIESLINK. Herbário Dr. Roberto Miguel Klein (FURB), O Herbário do Instituto de Estudos Costeiros da UFPA (HBRA), Herbário Amapaense (HAMAB), Herbário do Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental (IAN), Herbário INPA (INPA), Institut de Recherche pour le Developpement (IRD), K herbarium - Royal Botanic Gardens, Kew - Amostras Brasileiras Repatriadas - Herbário Virtual Reflora (K), Herbário Prof^a. Dr^a. Marlene Freitas da Silva, Universidade Do Estado Do Pará (MFS), Herbário João Murça Pires (MG), O Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), Missouri Botanical Garden - Brazilian records (MO), Botany, Naturalis Biodiversity Center (NBC), The New York Botanical Garden - Brazilian records (NY), P herbarium - Muséum national d'histoire naturelle, Paris - Amostras Brasileiras Repatriadas - Herbário Virtual REFLOA.(P), Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB), Herbário da Universidade Estadual de Campinas (UEC), Smithsonian Department of Botany - Brazilian records (US). Disponível em: <http://www.splink.org.br>. Acesso em: 31 jul. 2021.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII**. São Paulo: Nova Odessa, 640p. 2005.

TAKIYAMA, L. R. *et al.* Qualidade das águas das ressacas das bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú. In: TAKIYAMA, L. R.; SILVA, A. Q. (Orgs.) **Diagnóstico de ressacas do estado do Amapá**: bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú. Macapá: GEA/SETEC/IEPA. 2004. p. 99-122.

CAPÍTULO 6

DIVERSIDADE DE PLANTAS NO CERRADO BRASILEIRO: UM ENFOQUE EM *Parkia platycephala*

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 23/08/2021

Jarbson Henrique Oliveira Silva

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCN
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1283935660112139>

Márcia Vieira de Sousa

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCN
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8494177555416226>

Paulo Sarmanho da Costa Lima

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
(Embrapa Meio-Norte)
Teresina-PI, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3336266286524002>

Regina Lúcia Ferreira Gomes

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCA
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6938362260541348>

Ângela Celis de Almeida Lopes

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCA
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2718756494613870>

Sérgio Emílio dos Santos Valente

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCN
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7385571738745879>

Verônica Brito da Silva

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCA
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4033727779816712>

Ana Paula Peron

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR-DABIC, Campus de Campo Mourão
Campo Mourão, Paraná, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3605560420792065>

Lívia do Vale Martins

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCN
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4724630636740677>

Lidiane de Lima Feitoza

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCN
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5456816132715008>

RESUMO: O Cerrado brasileiro, bioma com vegetação bastante diversificada (Campos, Savanas e Florestas), é considerado um centro de biodiversidade mundial. A família Leguminosae destaca-se por apresentar um grande número de espécies com valor socioeconômico, medicinal e ecológico distribuídas nesse bioma, sendo encontradas nas formas herbáceas, arbustivas ou arbóreas, perenes ou anuais. Dentro da subfamília Caesalpinioideae, o clado Mimosoid (antiga subfamília Mimosoidae) apresenta ampla diversidade de espécies no Nordeste brasileiro. O Parque Nacional de Sete Cidades (PNSC),

localizado no estado do Piauí, possui um mosaico de fitofisionomias de espécies do Cerrado, sendo considerado uma área prioritária de conservação da sua biodiversidade. A leguminosa arbórea *Parkia platycephala*, conhecida como faveira ou fava-de-bolota, possui ampla distribuição no PNSC. Essa espécie apresenta potencial ecológico, paisagístico, energético e nutricional, sendo utilizada nos programas de reflorestamento e como suplemento alimentar para animais ruminantes nos períodos de estiagem. Apesar da sua relevância, espécies nativas do Cerrado brasileiro de importância comercial e ecológica são pouco exploradas cientificamente e vêm sendo ameaçadas em virtude da desordenada ocupação urbana e da crescente expansão agropecuária. Diante disso, faz-se necessário fornecer conhecimentos adicionais acerca das leguminosas do Cerrado brasileiro, destacando a importância ecológica, econômica e social da espécie pouco explorada e negligenciada *P. platycephala*.

PALAVRAS-CHAVE: Cerrado brasileiro, Leguminosas, Mimosoid, Faveira

PLANT DIVERSITY IN THE BRAZILIAN SAVANA: AN EMPHASIS IN *Parkia platycephala*

ABSTRACT: The Brazilian Savanna, high diverse vegetation biome (Grasslands, Savannas, and Forests), is considered a worldwide biodiversity center. The Leguminosae family highlights because of its great number of species with socioeconomical, medicinal and ecological values distributed in its biome, with herb, shrub or tree forms, perennials, or annuals. Within the Caesalpinioideae subfamily, the Mimosoid clade (former Mimosoidae subfamily) shows wide diversity of species in the Brazilian Northeast. The Sete Cidades National Park (PNSC), in Piauí state, shows a mosaic of phytophysionomies of Savanna species, being considered a priority area of its biodiversity conservation. The legume tree *Parkia platycephala*, known as faveira or fava-de-bolota, is widely distributed in the PNSC. Its species has ecological, landscape, energetic and nutritional potential, used in the reforestation programs and as supplementary food for ruminants in the dry season. Despite their relevance, native species of the Brazilian Savanna with commercial and ecological importance are scientifically underexploited and have been threatened because of the uncontrolled urban growth and the increasing of agricultural holding and livestock expansion. In this sense, it's necessary to provide additional knowledge about the Brazilian Savanna legumes, highlighting the ecological, economic, and social importance of the underexploited and neglected *P. platycephala* species.

KEYWORDS: Brazilian Savanna, Legumes, Mimosoid, Faveira

1 | INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro é considerado um dos biomas de maior diversidade biológica vegetal do mundo. Embora pouco conhecida, estima-se que a flora do Cerrado seja constituída de, aproximadamente, 3.000 espécies, sendo Leguminosae Juss. uma das famílias de maior destaque (BORGES e MACIEL, 2003). No Nordeste, esse bioma possui ampla distribuição nos estados do Piauí e Maranhão, com extensas áreas de transição cobertas por formações ecotonais. No Norte do Piauí, encontram-se áreas de transição entre a Floresta Amazônica e a Caatinga, identificadas por florestas decíduas e semidecíduais, e florestas de babaçu e carnaúba. Já a porção Centro-Sul do estado, área de sobreposição

entre a Caatinga e Cerrado, é representada por vegetação tipicamente de área aberta e adaptada a déficits hídricos (FARIAS e CASTRO 2004).

Em virtude da crescente taxa de desmatamento no Cerrado e consequente erosão genética, torna-se importante a adoção de medidas que visem a preservação das espécies inseridas nesse bioma. Nesse sentido, os Parques Nacionais possuem um importante papel na conservação de espécies vegetais. No Nordeste, destaca-se o Parque Nacional de Sete Cidades (PNSC), localizado no estado do Piauí, reconhecido como nicho prioritário para a conservação dos biomas Cerrado e Caatinga (CAVALCANTI, 2013). Estudos recentes acerca da composição da diversidade da vegetação arbórea do PNSC indicaram a ocorrência de espécies com distribuição exclusiva, restrita e limitada à essa região, demonstrando, assim, a singularidade florística do local. Estudar a biodiversidade vegetal do Cerrado brasileiro é, portanto, de fundamental importância para a preservação e manutenção de espécies nessas unidades de conservação.

2 | O CERRADO E O PARQUE NACIONAL DE SETE CIDADES (PNSC)

O Cerrado brasileiro é um dos biomas mais ricos do planeta (MACHADO et al., 2004; SILVEIRA et al., 2019). Sua vegetação possui uma fisionomia bastante diversificada, apresentando desde formas campestres abertas, como campos limpos de vegetação rasteira sem arbustos ou árvores, até formas relativamente densas, denominadas cerradões, caracterizadas por matas fechadas com árvores altas e solo seco (Figura 1). Entre esses dois extremos fisionômicos, encontram-se as formas intermediárias, como os Campos sujos, com vegetação rasteira e presença de arbustos, e o Cerrado em sentido restrito, caracterizado por uma vegetação rasteira com arbustos e árvores geralmente pequenas e espaçadas entre si (BORGES e MACIEL, 2003; SCARIOT et al., 2005).

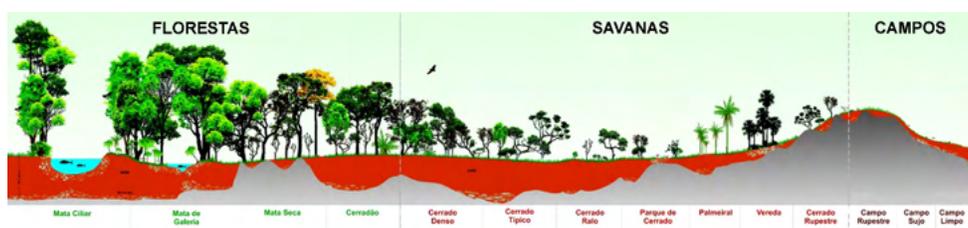


Figura 1: As três fitofisionomias encontradas no bioma Cerrado (Florestas, Savanas e Campos), separadas por linhas tracejadas em cinza. Abaixo de cada fitofisionomia, são identificados os diferentes subtipos fitofisionômicos. Fonte: Embrapa (adaptado).

Embora ainda pouco conhecida, estima-se que a flora do Cerrado seja constituída de, aproximadamente, 3.000 espécies, sendo 1.000 espécies do estrato arbóreo-arbustivo e 2.000 do estrato herbáceo-subarbustivo. Nesse contexto, destacam-se as

espécies lenhosas e herbáceas das famílias Leguminosae (Fabaceae L.) e Poaceae Juss. (Gramineae Juss.), respectivamente (BORGES e MACIEL, 2003).

O Cerrado é apontado como o maior centro de diversidade biológica vegetal mundial (GUARIM NETO e MORAIS, 2003), ocupando áreas na Bolívia, Paraguai e Brasil. Paisagens semelhantes são encontradas no Norte da América do Sul (Guiana, Suriname, Colômbia e Venezuela), onde recebe a denominação de “Llanos” (WALKER, 2008). No Brasil, o Cerrado abrange os estados de Goiás, Tocantins e o Distrito Federal e parte da Bahia, Ceará, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia e São Paulo. Além disso, ocorre em áreas disjuntas ao Norte do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima, e no Paraná, em pequenas “ilhas” (EITEN, 1972, VILLWOLCK, 2021). No território brasileiro, as disjunções acontecem: na Floresta Amazônica (“Savanas amazônicas”) (SANAIOTTI, 1991; ABSY e MIRANDA 2000); na Floresta Atlântica, especialmente na região Sudeste, em São Paulo e Minas Gerais; na Caatinga, como manchas isoladas no Maranhão, Piauí, Ceará e Bahia (EITEN, 1994b); além do Pantanal, onde mescla-se fisionomicamente com esse bioma (ADÂMOLI, 1982; ALLEM e VALLS, 1987).

No Nordeste brasileiro, o Cerrado possui maior concentração no Piauí e Maranhão, abrangendo uma área de 20 milhões de hectares (ha) (FELFILI e MATOS, 2010). O Piauí possui extensas áreas de transição, que são cobertas por formações ecotonais. Na porção Norte do estado, encontram-se áreas de transição entre a Floresta Amazônica e a Caatinga, identificadas por florestas decíduas e semidecíduas, e florestas de babaçu e carnaúba. Já a porção Centro-Sul é caracterizada pelo encontro entre a Caatinga (cerca de 37%) e o Cerrado (cerca de 33%), representada por vegetação tipicamente de área aberta e adaptada a déficits hídricos (CASTRO e FARIAS 2004).

Dentre as fisionomias, as Matas de Galeria do Cerrado possuem maior complexidade estrutural (FELFILI, 1995). São vegetações que acompanham pequenos rios e córregos, formando uma rede que conecta as Florestas Amazônica e Atlântica no sentido Noroeste-Sudeste que atravessam o Cerrado e atuam como corredores de migração de espécies (RIZZINI 1979, OLIVEIRA-FILHO e RATTER, 1995). Somado a isso, possuem a maior biodiversidade proporcional à área que ocupam (cerca de 5% do bioma) (MENDONÇA et al. 1998).

O avanço das fronteiras agrícola e urbana ameaçam a existência e manutenção desse fitodomínio. Espécies nativas importantes comercial e ecologicamente estão desaparecendo em virtude da desordenada ocupação urbana e da crescente expansão agropecuária nessa região (FIEDLER et al., 2004; STRASSBURG, 2017; BOLSON, 2018).

O valor do bioma Cerrado é reconhecido nas leis brasileiras, as quais proíbem sua destruição (Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002). O sistema de Unidades de Conservação brasileiro possui 73 Parques Nacionais, cobrindo cerca de 75 milhões de ha (~10% do território brasileiro) (ICMBio, 2016). Esses parques possuem fundamental importância na conservação da biodiversidade, pois protegem os ambientes naturais e

seus recursos, a fauna e a flora. Além disso, fornecem subsídios para pesquisas científicas, educação ambiental e turismo sustentável.

Existem 20 Parques Nacionais distribuídos no Nordeste do Brasil. Desses, quatro localizam-se no Piauí: Parque Nacional da Serra da Capivara (PNSCa); Parque Nacional da Serra das Confusões (PNSCo); Parque Nacional Nascentes do Rio Parnaíba (PNNRP); e Parque Nacional das Sete Cidades (PNSC) (ICMBio, 2016). Esses quatro parques possuem uma área conjunta de ~11.817,46 km², representando cerca de 4,7% do estado. Os parques possuem diferentes biomas, formando uma paisagem complexa e de alta biodiversidade (MATOS et al. 2010). Dentre eles, destaca-se o PNSC, criado com o objetivo de estudar e proteger a diversidade de recursos hídricos, vegetais e do solo (Decreto Federal nº 50.744 de 08.07.1961).

O PNSC, localizado no Nordeste do Piauí, está distribuído entre os municípios de Piracuruca e Brasileira e possui uma área de 6.303,64 hectares (ICMBIO, 2021). Sua criação foi reconhecida como nicho prioritário para a conservação dos biomas Cerrado e Caatinga (CAVALCANTI, 2013). No PNSC, as matas de galeria são constituídas por faixas naturais não extensas nas margens dos riachos, correspondendo à menor extensão entre as formações florestais do Parque (OLIVEIRA, 2004). Essas matas estão inseridas em uma matriz de cerrado *sensu lato*, com contato com a Caatinga e Amazônia. O PNSC está situado em uma região de “tensão ecológica Savana-Floresta estacional” (MATOS, 2010).

Ao avaliar a composição florística, fitossociologia e diversidade das matas de galeria que se distribuem ao longo dos cursos d’água localizados no PNSC, Matos e Felfini (2010) relataram que, das 75 espécies identificadas, cerca de 28% podem ser classificadas como restritas à essa região, o que aumenta a importância da sua preservação nessa unidade de conservação. Muitas dessas espécies apresentaram representatividade limitada ao PNSC demonstrando, assim, a sua singularidade florística do local. Nesse contexto, destacam-se as espécies da família Leguminosae.

3 | A FAMÍLIA LEGUMINOSAE (FABACEAE)

Altamente representativa no Cerrado, a econômica e ecologicamente importante família Leguminosae (LEWIS et al., 2005) tem sido foco de diversas análises filogenéticas recentes (CARDOSO et al., 2013; LPWG, 2013, 2017). A família Leguminosae (Fabaceae) é um grupo monofilético que está incluído no Reino Plantae, Divisão Magnoliophyta, Classe Magnoliopsida e Ordem Fabales (The Angiosperm Phylogeny Group, 2016). Dentre as angiospermas, essa é a segunda e a terceira maior família em termos de importância socioeconômica e em número de espécies, respectivamente (LPWG, 2017).

Essas espécies, reconhecidas pela presença de frutos do tipo legume, constituem um grupo com ampla distribuição geográfica, com formas herbáceas, arbustivas ou arbóreas, perenes ou anuais (DOYLE E LUCKOW, 2003). É um grupo bastante diverso genética

e morfológicamente, variando de simples espécies diploides autógamas a complexos poliploides de polinização cruzada (CHOI et al., 2004). Classificadas em 36 tribos, 727 gêneros e com ~20.000 espécies, as leguminosas desempenham papel fundamental na nutrição humana e animal e apresentam grande impacto na agricultura e no meio ambiente (LEWIS et al., 2005; GEPTS et al., 2005).

A última e mais recente classificação, proposta por LPWG (2017), reorganizou a família Leguminosae, dividindo-a em seis subfamílias: Duparquetioideae, Cercidoideae, Detarioideae, Dialioideae, e Papilionoideae e Caesalpinioideae (com a antiga subfamília Mimosoideae, atualmente denominada Clado Mimosoid). Essa nova classificação filogenética das leguminosas é baseada em sequências plasmidiais matK (região gênica variável para suportar a formação de cladogramas) e inclui quase a totalidade dos gêneros (698 de 765 gêneros) e cerca de 20% (3.986) das espécies de leguminosas conhecidas.

A subfamília Caesalpinioideae compreende cerca de 4.400 espécies distribuídas em 148 gêneros (LPWG, 2017). Um dos mais conhecidos representantes dessa subfamília é o pau-brasil, *Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis, espécie de importância ecológica, histórica e sociocultural. *Paubrasilia echinata* é nativa do Brasil, apresenta seiva de cor vermelha, muito utilizada para tingir tecidos e algodão ao longo da história de colonização do país. Atualmente, sua madeira é destinada principalmente a fabricação de arcos de violino de alta qualidade.

Além disso, também podem ser encontradas espécies que apresentam importância alimentícia quando utilizadas como forrageiras, como *Lidibidia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz (pau-ferro) e espécies do gênero *Mimosa* L. (clado Mimosoid), importantes forrageiras da Região Nordeste. Na região do semiárido, onde a seca é um grande obstáculo para a produção de rebanhos, a folhagem e os frutos dessas plantas constituem boa parte da dieta dos bovinos, caprinos e ovinos que vivem nas áreas de ocorrência dessas espécies (CNIP, 2002).

3.1 O clado Mimosoid

De acordo com a recente classificação filogenética para a família Leguminosae, a antiga subfamília Mimosoideae foi realocada a um clado pertencente à circunscrição da subfamília Caesalpinioideae (LPWG, 2017). O clado Mimosoid possui cerca de 83 gêneros e 3.300 espécies distribuídas em quatro tribos: Mimoseae Bronn, Mimozygantheae Burkart, Acacieae Dumort e Ingeae Benth. (LEWIS et al. 2005). Sua distribuição ocorre principalmente nas regiões pantropicais, com espécies arbóreas distribuídas em áreas úmidas e espécies herbáceas e arbustivas distribuídas em áreas secas (MATA, 2009).

As espécies desse clado apresentam folhas bipinadas e, na sua maioria, com nectários extraflorais, flores agrupadas em inflorescência em glomérulo ou espiga, preflorescência valvar (exceto em *Parkia* R. Br.), cálice e corola geralmente unidos na base, estames numerosos (10 a mais de 100) e pólen composto (tétrade, bitétrade ou poliádes)

(Lewis et al. 2005; LPWG, 2017).

No Brasil, o clado Mimosoide está representado por 35 gêneros e 818 espécies, distribuídas em todas as formações vegetacionais, sendo os principais representantes os gêneros *Mimosa* L. (359 spp.) e *Inga* Mill. (131 spp.) (BFG 2018). O Nordeste do Brasil apresenta grande diversidade de espécies para o clado Mimosoid, com representantes em todos os Estados. Matos et al. (2019) identificaram nove gêneros e 14 espécies em uma área do semiárido do Estado de Pernambuco.

3.1.1 O gênero *Parkia* R. Br

Parkia difere-se dos outros gêneros do clado Mimosoid pela estivação imbricada do lóbulo do cálice desigual (OLIVEIRA, 2020). Esse gênero é amplamente distribuído pelos trópicos do Novo e Velho Mundo e possui cerca de 35 espécies arbóreas. Essas espécies ocorrem em diferentes habitats, desde Florestas da África, Ásia, Madagascar e Região Indo-Pacífico até florestas de várzea, florestas periodicamente inundadas, florestas de areia branca pobre em nutrientes da região Amazônica e em vegetações do Cerrado (HOPKINS 1986).

As espécies de *Parkia* apresentam alto grau de simpatria e, de acordo com Luckow e Hopkins (1995), ocorrem em quatro áreas de endemismo: (1) América do Sul, (2) África, (3) Madagascar e (4) Região Indo-Pacífico, sendo a Amazônia o principal centro de diversidade morfológica e taxonômica, com cerca de 56% das espécies reconhecidas do gênero (HOPKINS, 1986; LUCKOW e HOPKINS, 1995).

Esse gênero é encontrado principalmente em florestas tropicais úmidas, com aproximadamente 17 espécies que ocorrem em áreas de floresta de terra firme, várzea sazonal e floresta secundária (HOPKINS, 1986; OLIVEIRA, 2020). Dentro do gênero, *P. multijuga* Benth., *P. nitida* Miquel, *P. paraensis* Ducke, *P. ulei* (Harms) Kuhl. e *P. platycephala* Benth. são reconhecidas como fornecedoras de madeiras comerciais na Amazônia (IBDF, 1987).

Ainda, no Cerrado brasileiro, a espécie *P. cachimboensis* H. C., descrita como endêmica da Serra do Cachimbo (HOPKINS, 1982), está associada a tipologias de Campinarana e Cerrado Rupestre, situada principalmente nos biomas Amazônia e Cerrado e distribuição geográfica no Norte dos estados do Amazonas, Pará e Mato Grosso (FLORA DO BRASIL, 2016). Já *P. platycephala* é endêmica de áreas de Cerrado marginal no extremo Nordeste, na transição para o Semiárido. Esta área de Cerrado abrange o Sul/Sudeste do Estado do Maranhão até a região Noroeste do Piauí (Eiten 1972, 1994).

3.1.1.1 Relações infragenéricas, considerações evolutivas e biogeografia

Desde sua definição, o gênero *Parkia* vem passando por uma série de reorganizações quanto à sua classificação infragenérica (BENTHAM, 1875; DUCKE, 1949; HOPKINS,

1986; OLIVEIRA, 2015; 2020). Recentemente, Oliveira (2020) estudou a biogeografia do gênero através de filogenia molecular datada construída a partir de uma ampla amostragem em análises de seqüências dos genes plastidiais *matK*, *trnL*, *rps16-trnQ* e *psbA-trnH* e do DNA nuclear ribossomal ITS/18S/26S. Os resultados gerados por esse trabalho dividiram o gênero em cinco clados com características distintas, sendo: Clado 1, Neotropical (secção *Sphaeroparkia*); Clado 2, Neotropical (secção *Platyparkia*); Clado 3, Neotropical (secção *Parkia*); Clado 4, Indo-Pacífico (secção *Parkia*); e Clado 5, África-Madagascar (secção *Parkia*). No clado 2 ocorreu a inserção de *P. paraenses*, juntamente realocada com *P. pendula* e *P. platycephala* na seção *Platyparkia*.

O gênero *Parkia* é polinizado por diferentes grupos distantemente relacionados de morcegos em diferentes regiões. No Velho Mundo, as espécies são polinizadas pelos morcegos da família Pteropodidae (BAKER e HARRIS, 1957) e, no Novo Mundo, por morcegos da família Phyllostomidae (HOPKINS, 1984). Esses morcegos são distantemente relacionados entre si, sugerindo que a quiropterofilia teria evoluído de maneira independente nas linhagens Neotropicais e Paleotropicais do gênero (OLIVEIRA, 2021).

Os registros fósseis indicam que os primeiros representantes de Caesalpinioideae, Mimosoideae e Papilionoideae surgiram entre 39 a 59 Ma (milhões de anos) na América do Norte, Europa e África (HERENDEEN e DILCHER, 1992; HERENDEEN et al., 1992, LAVIN, 2005), excluindo a hipótese de uma origem Gondwanica proposta por Luckow e Hopkins (1995). Estudos filogenéticos recentes indicam que as leguminosas sofreram uma rápida diversificação, aproximadamente 60 Ma atrás, durante o Terciário (LAVIN et., 2005). As primeiras linhagens de mimosoides devem ter se diversificado há cerca de 50 Ma. Já o clado formado por membros do grupo *Piptadenia*, gênero mais proximamente relacionado à *Parkia*, tem datação aproximada de 45 Ma.

Oliveira (2021) demonstrou que a geografia é a principal responsável pela da estrutura filogenética de *Parkia* e as estimativas de divergência de tempo e reconstrução da área ancestral sugerem uma origem Neotropical para o gênero e uma idade do ancestral comum de todas as espécies de um clado (crown age”) de 18,49 Ma. A dispersão a partir dos Neotrópicos para os Paleotrópicos explica a sua distribuição Pantropical, com grande irradiação nos Neotrópicos.

Durante a história evolutiva de *Pakia*, ocorreram pelo menos dois eventos de dispersão para a Mata Atlântica na costa do Brasil que envolveram ou originaram a espécie *P. bahiae* (~4,47 Ma) e *P. pendula* (1,73 Ma) (OLIVEIRA, 2021). Atualmente, uma barreira climática formada pelos biomas Cerrado e Caatinga separa a Floresta amazônica da costa Atlântica (CHENG et al., 2013). Entretanto, pelo menos duas conexões entre essas duas florestas foram estabelecidas em épocas diferentes desde o Terciário, por meio de florestas ribeirinhas no Brasil Central e da bacia do rio Paraná ao longo da costa Atlântica. Já eventos de dispersão para o cerrado no Centro-Oeste ocorreram pelo menos duas vezes, com *P. cachimbaensis* (~4,47Ma) e *P. platycephala* (3,05 Ma).

3.1.1.2 A espécie *Parkia platycephala* Benth

Parkia platycephala, popularmente conhecida como faveira, visgueiro ou fava-de-bolota, é uma espécie de ampla distribuição nas regiões Nordeste e Norte do Brasil, com ocorrência no Cerrado e em áreas de transição Cerrado/Caatinga, Floresta Amazônica e Mata Atlântica (COSTA et al., 2011; LORENZI, 2013; GOMES et al., 2019). A espécie possui porte arbóreo, podendo atingir entre oito e 18 m de altura, com tronco curto e cilíndrico (Figura 2a), apresentando casca rugosa e descamante (LORENZI, 2013). As folhas são duplamente compostas bipinadas (Figura 2b), medindo de 10-12 cm de comprimento, com inflorescência em capítulos globosos sobre pedúnculo pendentes (LORENZI, 2013) (Figura 2c). Suas flores estão divididas em dois tipos, de acordo com as suas inserções nos capítulos globosos: flores do ápice do capítulo, funcionalmente masculinas e produtoras de néctar; e as flores da periferia, hermafroditas e com os grãos de pólen agrupados em estruturas polínicas (COSTA et al., 2011; OLIVEIRA, 2015). Essa espécie apresenta antese noturna, na qual as flores permanecem receptivas por uma noite e, ao amanhecer, entram em processo de pós-antese, com néctar produzido pelas flores centrais (COSTA et al., 2011).

A reprodução dessa espécie ocorre anualmente, com abscisão tardia das folhas na seca após a reprodução. Além disso, os eventos reprodutivos, como o período de floração, frutificação e dispersão dos diásporos também ocorrem durante a seca (BULHÃO e FIGUEIREDO, 2002). Os principais polinizadores de *P. platycephala* são os morcegos e abelhas, sendo os morcegos considerados agentes polinizadores efetivos. A espécie também é visitada por pequenos insetos, como vespas, moscas e mariposas, que atuam como pilhadores de néctar e grãos de pólen (COSTA et al., 2011). Além disso, quiropterofilia, melitofilia e entomofilia foram previamente relatadas (HOPKINS, 1984; SANTOS-FILHO et al., 2016). Uma característica relevante é o seu mecanismo de autoincompatibilidade (COSTA et al., 2011), fato que favorece a sua reprodução cruzada.

O fruto de *P. platycephala* é achatado, glabro e frequentemente enrolado, de 10-22 cm de comprimento e pode conter cerca de 28-38 sementes por fruto, organizadas no seu interior em duas fileiras (LORENZI, 2013) (Figura 2d). A produção anual dos seus frutos é de 1208 kg/ha, sendo variável entre árvores, concentrando-se principalmente no período de Setembro a Novembro correspondendo, assim, a uma produção média de 26 kg/ ano por planta (ALVES et al., 2007).

A dispersão das sementes acontece de forma primariamente autocórica (PILON et al., 2015), disseminadas principalmente por animais domésticos (ruminantes) que se alimentam de suas vagens (LORENZI, 2013). As sementes da espécie possuem formato elíptico, com coloração marrom e pleurograma bem visível, variando de 7,30 a 9,29 mm por comprimento, 4,20 a 5,60 mm por largura e 2,70 a 3,63 por espessura (CARDOSO et al., 2017).



Figura 2: a leguminosa *P. platycephala* e suas partes anatômicas. a- porte arbóreo de *P. platycephala*. b- folhas compostas bipinadas de *P. platycephala*. c- inflorescência de *P. platycephala*. d- vagens de *P. platycephala*. Fotografias: MERCADANTE, 2011

P. platycephala apresenta um grande potencial ecológico, paisagístico, energético e nutricional. Também se destaca ecologicamente, por sua importância para os programas de restauração florestal, já que é uma espécie facilitadora (CABRAL, 2017), fixadora de nitrogênio (LORENZI, 2013) e, geralmente, utilizada no reflorestamento de áreas degradadas como adubação verde (BEZERRA et al., 2009).

Além disso, a espécie apresenta potencial nutritivo devido ao alto teor proteico dos seus frutos, bastante utilizados na suplementação alimentar de ruminantes, prática comum no estado do Piauí na época de estiagem (ALVES et al., 2007; ARAÚJO et al., 2019). Estudos recentes indicam que *P. platycephala* pode ser usada para substituir até 100% do milho na dieta de cabras em lactação, sem causar mudanças significativas na saúde animal, no comportamento alimentar ou nos parâmetros fisiológicos (BATISTA et al., 2020). Além do seu potencial nutritivo, a espécie pode ainda ser utilizada para fins paisagísticos e madeireiros, sendo sua madeira útil na fabricação de caixas, tabuados para divisões internas em pequenas construções, forros, confecção de brinquedos, bem como para lenha e carvão (LORENZI, 2013).

Compreender a distribuição da biodiversidade vegetal do Cerrado brasileiro, especialmente de leguminosas negligenciadas e pouco exploradas como *P. platycephala* é importante, portanto, para fornecer subsídios para futuras pesquisas agrônomicas, genéticas e populacionais dessas espécies, bem como auxiliar na conservação dos recursos genéticos dessas leguminosas biológica e ecologicamente importantes no Brasil

e no mundo.

REFERÊNCIAS

- ADÁMOLI, J. **O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados: discussão sobre o conceito de complexo do Pantanal**. Em: Congresso Nacional de Botânica. 1982. p. 109-119.
- ALLEM, A. C.; VALLS, J. F. M. **Recursos forrageiros nativos do Pantanal Mato-grossense**. Departamento de Difusão de Tecnologia, 1987.
- ALVES, L. R.; OLIVEIRA, R. J. D.; COIMBRA, R. R.; FERREIRA, W. D. M. **Crescimento inicial de *Parkia platycephala* (Benth.) e *Enterolobium timbouva* (Mart.) sob condições de campo numa área de Cerrado**. Revista Ceres, v. 63, n. 2, p. 154- 164, 2016.
- ALVES, A. A.; SALES, R. O.; NEIVA, J. N.; MEDEIROS, A. N.; BRAGA, A. P.; AZEVEDO, A. R. **Degradabilidade ruminal in situ de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em diferentes tamanhos de partículas**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 59, n. 4, p. 1045-1051, 2007.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III**. Botanical Journal of the Linnean Society, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009.
- AZANI, N. et al. **A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny: The Legume Phylogeny Working Group (LPWG)**. Taxon, v. 66, n. 1, p. 44-77, 2017.
- BAKER, H. G.; HARRIS, B. J. **The pollination of *Parkia* by bats and its attendant evolutionary problems**. Evolution, p. 449-460, 1957.
- BATISTA, I. L. et al. **Effects of *Parkia platycephala* on feeding behavior, rumen health, blood markers, and physiological responses of lactating goats**. Revista Brasileira de Zootecnia, [S. l.], v. 49, 2020.
- BFG—The Brazil Flora Group. **Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC)**. *Rodriguésia*, v. 69, p. 1513–1527, 2018.
- BOLSON, S. H. **O Cerrado Nas Metas Brasileiras Do Acordo De Paris: a Omissão Do Estado Brasileiro Com O Desmatamento Na Cumeieira Da América Do Sul**. Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 112, 2018.
- BORGES, A.P.S.; MACIEL, A. **O Bioma Cerrado**. II Simpósio Regional de Geografia – Perspectiva para o Cerrado no século XXI. Universidade Federal de Uberlândia, 26 a 29 de novembro, 2003.
- BORGES, L. A.; SOBRINHO, M. S.; LOPES, A. V. **Phenology, pollination, and breeding system of the threatened tree *Caesalpinia echinate* Lam. (Fabaceae), and a review of studies on the reproductive biology in the genus**. Flora, v. 204, p. 111-130, 2008.
- BULHÃO, C. F.; FIGUEIREDO, P. S. **Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão**. Revista Brasileira de Botânica, v. 25, n. 3, p. 361-369, 2002.

- CABRAL, E. S. **Desempenho de três espécies arbóreas nativas de cerrado introduzidas em uma área antropizada no município de Porto Nacional.** Tocantins. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecótonos) - Ecologia de Ecótonos da Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, 2017.
- CARDOSO, D. B. O. S. et al. **Reconstructing the deep-branching relationships of the papilionoid legumes.** South African Journal of Botany, v. 89, p. 58-75, 2013.
- CARDOSO, C. R.; SILVA, D. Y. B. O.; FARIAS, S. G. G.; SANTOS, G. N. L.; MATOS, D. C. P. **Biometria de frutos e sementes de diferentes árvores matrizes de *Parkia platycephala* Benth.** Em: CONGRESSO BRASILEIRO FLORESTAL DO CERRADO. 3., 2017, Goiânia. Anais [...] Goiânia: Universidade Federal do Goiás, 2017.
- CAVALCANTE, L.C.D. **Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil: biodiversidade, arqueologia e conservação de arte rupestre.** Mneme-revista de humanidades, v.14, n.32, pp. 1-22, 2013.
- CHASE, M. W. et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society, [S. l.], v. 181, n. 1, p. 1–20, 2016.
- CHENG, H. et al. Climate change patterns in Amazonia and biodiversity. **Nature Communications**, [S. l.], v. 4, 2013.
- CHOI, H. et al. **Estimating genome conservation between crop and model legume species.** Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 101, n. 43, p. 15289-15294, 2004.
- CNIP - CENTRO NORDESTINO DE INFORMAÇÕES SOBRE PLANTAS. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Biológicas. **Série Forrageiras Nativas.** 2002
- COSTA, F. O.; CHAVES, S. R.; SANTOS, R. R.; SILVA, A. L. G. **Biologia reprodutiva de *Parkia platycephala* Benth.** (Fabaceae - Mimosoideae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA BOTÂNICA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 62., 2011. Fortaleza. Anais [...] Fortaleza: UECE. 2011.
- DIGBY, L., Ferrari, S.F., CASTRO, A.A.J.F. **Preliminary records of common marmosets (*Callithrix jacchus*) from the Sete Cidades Park, Piauí, Brazil.** Neotropical Primates, v. 4, p. 53-55, 1996.
- DILCHER, D.L. [Eds.], **Advances in Legume Systematics, The Fossil Record.** Royal Botanic Gardens, Kew, p. 303-316, 1992.
- DO NASCIMENTO, L. I. et al. **Superação da dormência em sementes de faveira (*Parkia platycephala* Benth).** Revista Arvore, v. 33, n. 1, p. 35-45, 2009.
- DOYLE, J.J.; LUCKOW, M.A. **The rest of the iceberg: Legume diversity and evolution in a phylogenetic context.** Plant Physiology, v. 131, p. 900-910, 2003.
- DUCKE, A. **Notas sobre a flora neotrópica - II: As Leguminosas da Amazônia brasileira.** Boletim Técnico Instituto Agronomico, n. 18, p. 1-246, 1949.

EITEN, G. **Duas travessias na vegetação do Maranhão**. Sucesso Indústria Gráfica e Editora Ltda., São Luís. 1994.

EITEN, G. **The cerrado vegetation of Brazil**. The Botanical Review, v. 38, p. 201-341, 1972.

FARIAS, R.R.S. & CASTRO, A.A.J.F. **Fitossociologia de trechos da vegetação do Complexo de Campo Maior, Campo Maior, PI, Brasil**. Acta Bot. Bras. v. 18, n. 4, p. 949-963, 2004.

FELFILI, J. M. **Diversity, structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil**. Vegetatio, v. 117, n. 1, p. 1-15, 1995.

FIEDLER, N. C. et al. **Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado sensu stricto na fazenda Água Limpa-DF**. Revista Árvore, v. 28, n. 1, p. 129-138, 2004.

FLORA DO BRASIL 2016 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 04.08.21.

GAGNON, E., BRUNEAU, A., HUGHES, C.E., QUEIROZ, L., LEWIS, G.P. **A new generic system for the pantropical Caesalpinia group (Leguminosae)**. PhytoKeys, n. 71, p.1-160, 2016.

GEPTS, P. et al. **Legumes as a model plant family. Genomics for food and feed report of the cross-legume advances through genomics conference**. 2005.

GOMES, G. S.; SILVA, G. S.; SILVA, D. L. S.; ARAUJO, M. F. V.; OLIVEIRA, R. R.; GASPAR, J. C.; MARTINS, P. R. P.; OLIVEIRA, R. F.; CONCEIÇÃO, G. M. **Leguminosae: Biodiversity and Taxonomy for the Northeast Region of Brazil**. International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS), v. 6, n. 6, p. 95- 110, 2019.

GUARIM NETO, G.; MORAIS, R. G. **Recursos medicinais de espécies do cerrado de Mato Grosso: um estudo bibliográfico**. Acta Botanica Brasilica, v. 17, p. 561-584, 2003.

GUARIM NETO, G.; MORAIS, R. G. **Recursos medicinais de espécies do Cerrado de Mato Grosso: um estudo bibliográfico**. Acta Botanica Brasilica, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 561-584, 2003.

HERENDEEN, P. S. **The fossil history of the Leguminosae: phylogenetic and biogeographic implications**. In: **Advances in Legume Systematics, part 4. The fossil record**. Royal Botanic Gardens, p. 303-316, 1992.

HOPKINS, H. C. **Floral biology and pollination ecology of the neotropical species of Parkia**. Journal of Ecology, v. 72, p. 1-23, 1984.

HOPKINS, H.C. **Three new species of Parkia (Leguminosae: Mimosoideae) from tropical South America**. Brittonia, v. 34, n. 3, p. 346-350, 1982.

HOPKINS, H.C.F. **Parkia (Leguminosae: Mimosoideae)**. Flora Neotropica, vol. 43, 58 pp. 1-123, 1986.

HOPKINS, H.C.F. *Parkia barnebyana* (Leguminosae: Mimosoideae), a new species from Venezuelan Guayana. Kew Bull, v. 55, p. 133-136. 2000b

HOPKINS, H.C.F. *Parkia paya* (Leguminosae: Mimosoideae), a new species from swamp forest and notes on variation in *Parkia speciosa* sensu lato in Malesia. Kew Bull, v. 55, p.123-13, 2000a.

HOPKINS, H.C.F. The Indo-Pacific species of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). Kew Bull. v. 49, p. 181-234. 1994.

HOPKINS, H.C.F. The taxonomy, reproductive biology, and economic potential of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae) in Africa and Madagascar. Bot. J. Linn. Soc, v. 87, p.135-167, 1983.

IBDF — Plano do Sistema de Unidades de Conservação do Brasil. Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) e Fundação Brasileira para Conservação da Natureza (FBCN), Brasília. 107p, 1979

IBDF. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. 1979. Brasília: IBDF - M.A/Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN), 61 p.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – Parna de Sete Cidades. Disponível em:<Parna de Sete Cidades — Português (Brasil) (www.gov.br)>. Acesso em: 05 ago. 2021.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo: Parque Nacional de Sete Cidades**. Parques Nacionais do Brasil, 2016.

LAMARCA, E. V.; LEDUC, S. N. M.; BARBEDO, C. J. Viabilidade e vigor de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil -Leguminosae) pelo teste de tetrazólio. Rev Bras Bot, n. 32, v. 4, p .793-803.3, 2009.

LAVIN, M.; HERENDEEN, P. S.; WOJCIECHOWSKI, M. F. Evolutionary rates analysis of leguminosae implicates a rapid diversification of lineages during the tertiary. Systematic Biology, n. 4, v. 54, p. 575–594, 2005.

LEGUME PHYLOGENY WORKING GROUP et al. Legume phylogeny and classification in the 21st century: progress, prospects and lessons for other species-rich clades. Taxon, v. 62, n. 2, p. 217-248, 2013.

LEWIS, G. P. et al. (Ed.). **Legumes of the World**. Royal Botanic Gardens Kew, 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2013.

LUCKOW, M., HOPKINS, H.C.F. A cladistic analysis of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). Am. J. Bot. 82, p.1300-1320, 1995.

LUCKOW, M.; HOPKINS, H.C.F. A cladistic analysis of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). American Journal of Botany, v. 8, p. 1300-1320, 1995.

MACHADO, R. et al. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Conservation International, 2004.

MATA, M. F. **O gênero *Inga* (Leguminosae, Mimosoideae) no Nordeste**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2009.

MATOS, M.Q. & FELFILI, J.M. **Florística, fitossociologia e diversidade da vegetação arbórea nas matas de galeria do Parque Nacional de Sete Cidades (PNSC), Piauí, Brasil**. Acta Bot. Bras. n.2, v.24, p.483-496, 2010.

MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA JÚNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S. & NOGUEIRA, P.E. **Flora vascular do cerrado**. Em: S.M. Sano & S.P. Almeida. Cerrado, Ambiente e flora. Planaltina, EMBRAPA CPAC, p. 289-556, 1998.

MERCADANTE, M. ***Parkia platycephala* (Willd.) Benth. FABACEAE-MIMOSOIDEAE (LEGUMINOSAE)**. 2011. 4 fotografias. Disponível em: FABACEAE MIMOSOIDEAE - *Parkia platycephala* | Flickr. Acesso em: 05 de ago. 2021.

MIRANDA, I. S.; ABSY, M. L. **Fisionomia das savanas de Roraima, Brasil**. Acta Amazonica, v. 30, n. 3, p. 423-423, 2000.

MORALES, M.; FORTUNATO, R. H.; SIMON, M. F. **A new species of *Mimosa* L. ser. *Bipinnatae* DC. (leguminosae) from the cerrado: Taxonomic and phylogenetic insights**. Plants, v. 9, n. 8, p. 1-11, 2020.

OLIVEIRA, L. C. et al. Phylogeny and historical biogeography of the pantropical genus *Parkia* (Leguminosae, Caesalpinioideae, mimosoid clade). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 163, p. 107219, 2021.

OLIVEIRA, L. C. **Filogenia de *Parkia* R. BR. (Leguminosae: Mimosoideae) baseada em sequências de DNA de cloroplasto**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas/Botânica) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2015.

OLIVEIRA, L. C. **Sistemática e Biogeografia de *Parkia* (Leguminosae, Caesalpinioideae, clado mimosoide)**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas/Botânica) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2020.

OLIVEIRA, M. E. 2004. **Mapeamento, florística e estrutura da transição campo-floresta na vegetação (cerrado) do Parque Nacional de Sete Cidades, Nordeste do Brasil**. Campinas (SP). Tese de Doutorado.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. **A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns**. Edinburgh journal of botany, v. 52, n. 2, p. 141-194, 1995.

PILON, N. A. L.; DURIGAN, G. **Critérios para indicação de espécies prioritárias para a restauração da vegetação de cerrado**. Scientia Forestalis, v. 41, n. 99, p. 389- 399, 2013.

PILON, N. A. L.; UDULUTSCH, R. G.; DURIGAN, G. **Padrões fenológicos de 111 espécies de Cerrado em condições de cultivo**. Hoehnea, v. 42, n. 3, p. 425-443, 2015.

- RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. **Espécies lenhosas da fitofisionomia cerrado sentido amplo em 170 localidades do bioma Cerrado**. Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer, Brasília, v. 7, p. 5-112, 2001.
- RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F.; DIAS, T. A. B.; SILVA, M. R. **Estudo preliminar da distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia cerrado sentido restrito nos estados compreendidos pelo bioma Cerrado**. Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer, Brasília, v. 5, p. 5-43, 2000.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. **The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity**. Annals of Botany, v. 80, n. 3, p. 223–230, 1997.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Ed.). Cerrado: ecologia e flora, Brasília: EMBRAPA-CERRADOS, v. 2, 876 p, 2008.
- RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. vol. 2. Edusp, Sao Paulo, 1979.
- SANAIIOTTI, T. M. **Ecologia de paisagens: savanas amazônicas**. Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas, pgs. 77-79, 1991.
- SANTOS-FILHO, F. S.; SOARES, C. J. D. R. S.; SILVA, A. C. R.; QUEIROZ, Y. D. S.; SOUSA HONÓRIO, S.; SILVA, F. F. **Síndromes de polinização e de dispersão das espécies lenhosas nos parques ambientais em Teresina, Piauí, Brasil**. Revista Equador, n. 3, v.5, p. 360-374, 2016. Edição Especial 2.
- SCARIOT, A.; FELFILI, J. M.; SILVA, J. C. S. **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. 2005.
- SILVEIRA, E. M. O.; DOS REIS, A. A.; TERRA, M. C. N. S.; WITHEY, K. D.; DE MELLO, J. M.; ACERBI-JÚNIOR, F. W.; FILHO, A. C. F.; MELLO, Carlos R. **Spatial distribution of wood volume in Brazilian savannas**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, [S. l.], v. 91, n. 4, p. 1–12, 2019.
- STRASSBURG, B. B. N. et al. **Moment of truth for the Cerrado hotspot**. Nature Ecology and Evolution, n. 4, v. 1, p. 1-3, 2017.
- VIEIRA, L. T. A.; CASTRO, A. A. J. F.; COUTINHO, J. M. C. P.; DE SOUSA, S. R.; DE FARIAS, R. R. S.; CASTRO, N. M. C. F.; MARTINS, F. R. **A biogeographic and evolutionary analysis of the flora of the North - eastern cerrado, Brazil**. Plant Ecology and Diversity, n. 5, v. 12, p. 475-488, 2019.
- VILLWOCK, F. H.; COLAVITE, A. P. **Análise Comparativa Dos Fragmentos De Cerrado Nos Municípios De Campo Mourão E Jaguariaíva, Paraná, Brasil**. Colloquium Exactarum, n. 3, v. 12, p. 01-13, 2021.
- WALKER, J. H. **The Llanos de Mojos**. The Handbook of South American Archaeology, p. 927–939, 2008.

CAPÍTULO 7

INVESTIGATION OF BIOLOGICAL ACTIVITIES OF *Hesperozygis ringens*

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 30/08/2021

Carolina Bolsoni Dolwitsch

Federal University of Santa Maria, UFSM; Post-Graduate Program in Pharmaceutical Sciences
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/3808382659019370>

Fernanda Brum Pires

Federal University of Santa Maria, UFSM; Post-Graduate Program in Pharmaceutical Sciences
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/4905052653071160>

Camilla Filippi dos Santos Alves

Federal University of Santa Maria, UFSM; Post-Graduate Program in Pharmaceutical Sciences
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/3094550372129682>

Matheus Dellaméa Baldissera

Federal University of Santa Maria, UFSM;
Department of Microbiology and Parasitology
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/5978984877357023>

Lucas Mironuk Frescura

Federal University of Santa Maria, UFSM;
Department of Chemistry
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/0907539763536975>

Bryan Brummelhaus de Menezes

Federal University of Santa Maria, UFSM;
Department of Chemistry
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/4005723344102461>

Marina Zadra

Federal University of Santa Maria, UFSM; Post-Graduate Program in Pharmaceutical Sciences
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/5637430699482543>

Silvia Gonzalez Monteiro

Federal University of Santa Maria, UFSM;
Department of Microbiology and Parasitology
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/3762606653182779>

Liliana Essi

Federal University of Santa Maria, UFSM;
Department of Biology
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/5776430118696894>

Camilo Amaro de Carvalho

Federal University of Viçosa- UFV;
Department of Medicine and Nursing
Viçosa – MG
<http://lattes.cnpq.br/2890862161339721>

Marcelo Barcellos da Rosa

Federal University of Santa Maria, UFSM;
Department of Chemistry
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/0308293154958870>

ABSTRACT: *Hesperozygis ringens* (Lamiaceae) is an aromatic plant, native to the South of Brazil, popularly called “espanta pulga”. Although there are some proven pharmacological activities for the species, their knowledge is very modest. Thus, the objective of this work was to evaluate the antitrypanosomal, nematicidal, and antibacterial activities of extracts of *H. ringens* obtained by

supercritical fluid extraction (SFE-CO₂) and ultrasonic assisted extraction with ethanol (UAE-EtOH). Both extracts, at concentrations 2500 µg mL⁻¹; 1250 µg mL⁻¹; 625 µg mL⁻¹ (SFE-CO₂) and 250 µg mL⁻¹; 62.5 µg mL⁻¹; 31.25 µg mL⁻¹ (UAE-EtOH) eliminated 100% of *Trypanosoma evansi* at of the time evaluated in the experiment (9h). Both the SFE-CO₂ extract and UAE-EtOH extract in 10 and 80 mg mL⁻¹ and in their dilutions, respectively, eliminated 80% J₂ larvae of *Javanic Meloidogyne*. The UAE-EtOH extract did not show antimicrobial activity against the tested microorganisms. The SFE-CO₂ extract showed an inhibition halo in the diffusion disk assay against the *Pseudomonas aeruginosa* bacteria and the fungus *Candida albicans*, with lowest inhibiting concentration of 1.46 mg mL⁻¹ in the microdilution assay. Considering that *H. ringens* showed action against bacteria, nematodes, protozoa and can be considered a possible alternative for the development of new drugs.

KEYWORDS: Medicinal plant, Extracts, Secondary metabolites, Biological activity.

INVESTIGAÇÃO DE ATIVIDADES BIOLÓGICAS DE *Hesperozygis ringens*

RESUMO: *Hesperozygis ringens* (Lamiaceae) é uma planta aromática, endêmica da região Sul do Brasil, popularmente chamada de “espanta pulga”. Embora existam algumas propriedades farmacológicas comprovadas para espécie, ainda é pouco estudada. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar a atividade antitripanosoma, nematocida e antibacteriana dos extratos de *H. ringens* obtidos por extração com fluido supercrítico (SFE-CO₂) e extração assistida por ultrassom com etanol (UAE-EtOH). Ambos extratos na concentração 2500 µg mL⁻¹; 1250 µg mL⁻¹; 625 µg mL⁻¹ (SFE-CO₂) and 250 µg mL⁻¹; 62.5 µg mL⁻¹; 31.25 µg mL⁻¹ (UAE-EtOH) eliminaram 100% de *Trypanosoma evansi* no tempo avaliado no experimento (9h). Os dois extratos SFE-CO₂ e UAE-EtOH respectivamente, 10 e 80 mg mL⁻¹ e diluições eliminaram 80% de larvas J₂ de *Meloidogyne Javanica*. O extrato UAE-EtOH não apresentou atividade antibacteriana frente aos microorganismos testados. O extrato SFE-CO₂ mostrou halo de inibição no teste de disco-difusão frente a bactéria *Pseudomonas aeruginosa* e ao fungo *Candida albicans*, sendo a concentração inibitória mínima de 1.46 mg mL⁻¹. Considerando que *H. ringens* mostrou atividade frente a bactérias, nematóides e protozoários pode ser considerada uma alternativa para o desenvolvimento de novo fármacos.

PALAVRAS-CHAVE: Plantas medicinais, Extratos, Metabólitos secundários, Atividades biológicas.

1 | INTRODUCTION

Hesperozygis ringens is a plant native to south of Brazil, belongs to the Lamiaceae family and is popularly known as “espanta pulga” (freedom translation - scare flea). The essential oil of this species presents anesthetic action (Silva et al. 2014), allelopathic (Von Poser et al. 1996, Pinheiro et al. 2016), antiparasitic (Bandeira Junior et al. 2017), larvicide (Ribeiro et al. 2010; Silva et al. 2014) and antimicrobial (Sutili et al. 2015; Bandeira Junior et al. 2017). Due to the benefits that plant species have to offer, and due to growing problems such as: resistance, environmental pollution and toxicity of conventional medicines, compounds of plant origin can become an alternative (Wang et al. 2017).

Most reports in the literature on *H. ringens* involve the characterization of essential oil (Pinheiro et al. 2016; Rosa et al. 2019). Thus, in order to expand the potential of the plant, in previous studies we investigated ultrasonic assisted extraction with ethanol as solvent (UAE–EtOH), detecting rosmarinic acid, chlorogenic acid, caffeic acid, ferulic acid, rutin, *p*-coumaric acid, vanillic acid, resveratrol, luteolin, quercetin, apigenin and kaempferol. Beside, studied the supercritical fluid extraction with carbon dioxide (SFE–CO₂) detecting pulegone, limonene, linalool, *p*-mentone, neo-menthol, transcariophylene and β -Sitosterol as major compounds (Dolwitsch et al., 2020). Considering that *H. ringens* presents a series of promising activities against bacteria and parasites which may contribute to the development of new drugs. This work aims to evaluate the nematocidal and trypanocidal activity of different extracts obtained by SFE–CO₂ and UAE–EtOH in order to obtain a more detailed knowledge about the species, aiming its safe use.

2 | MATERIALS AND METHODS

2.1 Samples

Leaves of *Hesperozygis ringens* were collected in the municipality of Santa Maria, RS, Brazil, district of Santo Antônio (S29° 37' 18.6" W053° 52' 26.0"), in March 2017. A voucher was deposited in the Herbarium of the Botanical Garden of the Federal University of Santa Maria under registration number 17543.

2.2 Preparation and extraction

The leaves were dried in oven with air circulation at 40°C until constant weight. The samples were subsequently ground and subjected to extraction with supercritical CO₂ and ultrasound probe using ethanol as solvent, as described in Dolwitsch et al. (2020).

2.3 Trypanocidal Activity

The culture medium for *T. evansi* was adapted (Baltz et al. 1985) as previously published by Baldissera et al. (2013). The trypomastigotes were acquired from the infection of one rat (R1) with a *T. evansi* isolate. Five days post-infection R1 showed high parasitemia (7.5x10⁶ trypanosomes μ L⁻¹) and it was anesthetized with isoflurane for blood collection by cardiac puncture stored in EDTA tubes. For blood separation, each 200 μ L was diluted in complete culture medium (200 μ L), stored in microcentrifuge tubes and centrifuged during 10 min at 400G. The supernatant was removed and resuspended in culture medium and the number of parasites was counted in a Neubauer chamber. *Method of culture*: The culture medium for *T. evansi* was adapted from Baltz et al. (1985) using minimal essential medium (MEM) without glutamine (0.376 g), glutamine (0.016 g), sodium bicarbonate (0.088 g), glucose (0.04 g), sodium-free HEPES (0.238 g), solution 100x non-essential amino acid (200 μ L), penicillin (1596 U/mL) and streptomycin (100 μ g/mL). The ingredients were

dissolved and homogenized in 30 mL of water with pH adjusted to 7.1 using NaOH. Then, it was filled up with ultrapure water to a volume of 42 mL of medium and the osmolarity was checked (0.30). The culture medium was then sterilized by filtration (at 0.22 μm) and stored in a refrigerator. In the days of testing, 10 mL were separated in falcon tubes, adding 1 $\mu\text{L}/\text{mL}$ of 50 mM hypoxanthine (dissolved in NaOH, 0.1 M) and 2 $\mu\text{L}/\text{mL}$ of 1.2 mM 2-mercaptoethanol. Subsequently, the complete culture medium was equilibrated for 2 h (37 $^{\circ}\text{C}$ with 5% CO_2). The components used for the preparation of the culture medium (except the antibiotics) were purchased from Sigma. *In vitro bioassays*: The culture medium with the parasites was distributed in microtiter plates (270 $\mu\text{L}/\text{pool}$), followed by the addition of 5 μL of extract SFE- CO_2 at concentrations of 2500 $\mu\text{g mL}^{-1}$, 1250 $\mu\text{g mL}^{-1}$ and 625 $\mu\text{g mL}^{-1}$ and UAE-EtOH extract at 250 $\mu\text{g mL}^{-1}$, 62,5 $\mu\text{g mL}^{-1}$, 15,62 $\mu\text{g mL}^{-1}$, diluted in DMSO. Two negative controls (DMSO and culture medium) were also carried in same volume. The tests were performed in duplicates and the parasites were counted at 1, 3, 6 and 9 h after the onset of the experiment in Neubauer chambers. The microtiter plates were placed in a 5% CO_2 incubator at 37 $^{\circ}\text{C}$. *Statistical analysis* - All experiments were conducted in triplicate. Data are expressed as the Mean \pm SEM.

2.4 Nematicidal activity

The solvents of the extracts were evaporated and the residue was resuspended in sterile distilled water and tweem 80 for the SFE- CO_2 extract and sterile distilled water for the UAE-EtOH extract. Serial dilution was performed from 10 mg mL^{-1} (SFE- CO_2) and 80 mg mL^{-1} (UAE-EtOH) concentrations to obtain 1: 2, 1: 4, 1: 6, 1: 8 fractions in both extracts. *Obtainment and preparation of the inoculum of Meloidogyne javanica*: The nematode inoculum used in the experiments was obtained from tomato roots kept in greenhouse. The eggs were extracted by the technique of Hussey and Berker (1973), modified by Boneti and Ferraz (1981). Resulting suspension was calibrated using the microscope and Peters chamber. After the extraction of the eggs, an outbreak chamber was assembled to obtain the juveniles in stage two (J2) to be used in the tests. *Action of extracts on J₂ larvae of Meloidogyne javanica*: In Elisa plates, previously sterilized, 100 μl of each extract and 100 μl of suspension containing 30 juveniles J2 of *Meloidogyne javanica* were added. The control treatment was performed in the same way, using distilled water. These plates were incubated at 26 $^{\circ}\text{C}$ for up to 48 h. At the end of the incubation period, the numbers of live nematodes 24 and 48 h after exposure to the extracts were evaluated. Analysis of the number of J2 was quantified by Microscope (Olímpicus CX41) with coupled chamber (20x). *Statistical analysis*: Data were assessed by One-Way ANOVA followed by post-hoc Tukey's test using GraphPad Prism 5.01 statistical software (GraphPad Software, Inc, CA, USA). Differences were considered significant at $p < 0.05$. Data are expressed as the Mean \pm SEM.

2.5 Antimicrobial activity

The following tests were performed based on the methodologies described by dos Santos Alves et al. (2016) and Jobim et al. (2014).

Microorganisms: In this study, bacterial and fungal standard strains (American Type Culture Collection - ATCC) and clinical isolates of *Escherichia coli* (ATCC 35218), *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Acinetobacter baumannii* (ATCC 19606), *Aeromonas caviae* (Clinical isolate - IC) *Candida albicans* (ATCC 24433) and *Pseudomonas aeruginosa* (PA01) were used.

Preparation of inoculums: The inoculum sizes were standardized according to the Clinical Laboratory Standards Institute guidelines (CLSI). Isolated colonies were grown for 18-24 h in Mueller Hinton Agar (Himedia) and the suspension was prepared in a saline solution (NaCl 0.85%) with density adjusted to 0.5 on the McFarland scale (1.5×10^8 CFU/mL).

Kirby-Bauer method: The Kirby-Bauer or disc-diffusion method was performed as a preliminary screening test to evaluate antimicrobial susceptibility (Bauer et al. 1966). In order to do so, sterile discs of paper with size of 6 mm were impregnated with 15 μ L of phenolic and volatile extracts in the concentration of 120 and 93.86 mg/mL, respectively. The discs were placed in Müller-Hinton Broth Agar (Himedia) whose surface was previously inoculated with the microorganisms by a sterile swab, and then incubated at 37 °C for 24 h. At the same time, a control was performed with dimethylsulfoxide (DMSO, Vetec Química Fina Ltda.). All tests were performed in triplicate. After the incubation, we only checked whether or not there was formation of inhibition halos. For the extract (volatile) that showed microbial inhibition, the minimum inhibitory concentration assay was performed.

Determination of minimum inhibitory concentration (MIC): The antibacterial and antifungal activity of the extracts against *Aeromonas caviae* and *Candida albicans* was evaluated using the broth microdilution method. The assay was carried out in 96-well microtiter plates using Mueller Hinton Broth (Himedia). The extract (volatile) was diluted in DMSO, giving rise to serial concentrations that ranged from 93.86 to 1.46 mg/mL. The inoculum was mixed in each dilution of the extract. The plates were incubated at 37 °C and the minimal inhibitory concentration (MIC) was recorded after 24 h of incubation. The MICs were defined as the lowest concentration of extract that inhibits visible bacterial growth. This test was performed in triplicate. 2,3,5-triphenyltetrazolium chloride was used as an indicator of microbial growth. All experiments were conducted in triplicate

3 | RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Trypanocidal Activity

The SFE-CO₂ extract (Fig 1A) in concentrations of 2500 μ g mL⁻¹ and 1250 μ g mL⁻¹,

eliminated 100% of the trypomastigotes after 1 hour of exposure. At the concentration 625 $\mu\text{g mL}^{-1}$, there was a reduction in the number of trypomastigotes in 1 h, with death after 3h. Believed that the compounds found in the SFE-CO₂ extract are responsible for reducing the number of trypomastigotes in vitro, since monoterpenes and sesquiterpenes from other plants have already shown trypanocidal effect in vitro against *T. cruzi*, *T. brucei* and *T. evansi*. (Baldissera et al. 2017). For the UAE-EtOH extract (Fig. 1B) at 250 $\mu\text{g mL}^{-1}$ there were no live trypomastigotes after 1 hour. At the concentrations of 62.5 $\mu\text{g mL}^{-1}$ and 15.62 $\mu\text{g mL}^{-1}$, the death of trypanosomes occurred in 3 and 6 hours, respectively. These results are related to the chemical composition of the extract, because, some authors demonstrate that phenolic compounds and flavonoids have anti-Trypanosoma activity (dos Santos Alves et al. 2016; Amisigo et al. 2019).

There was a reduction in the death of the parasites with the decrease of the concentrations; however, at the end of the experiment time (9h), all the concentrations presented trypanocidal action. Considering the anti-trypanosome activity the studies suggest promising antiparasitic activities, indicating a possible therapeutic alternative in the treatment of trypanosomiasis. These results are relevant because there are few drugs for the treatment of *Trypanosoma evansi*, which are often associated with cases of bacterial resistance and hepatic and renal damage (Borges et al. 2012; Baldissera et al. 2014; dos Santos Alves et al. 2016).

No studies were found on the anti-Trypanosoma activity of *H. ringens*, but our results are in agreement with other existing works. Baldisserra et al. (2014) evaluated aqueous, methanolic and ethanolic extracts of *Achyrocline satureioides*, which trypanocidal effect after 1 hour of treatment at concentrations of 500 and 1000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ and after 9 hours at concentrations of 50 and 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Gressler et al. (2015) observed that curcumin at 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$ concentration killed all parasites within 1 hour of treatment. In relation to the study of dos Santos Alves et al. (2016), our results showed superior activity, since the dichloromethane, ethyl acetate and butanolic extracts of *Equisetum hyemale* at concentration 25000 $\mu\text{g mL}^{-1}$, eliminated *trypanosoma evansi* only after 9 hours of treatment.

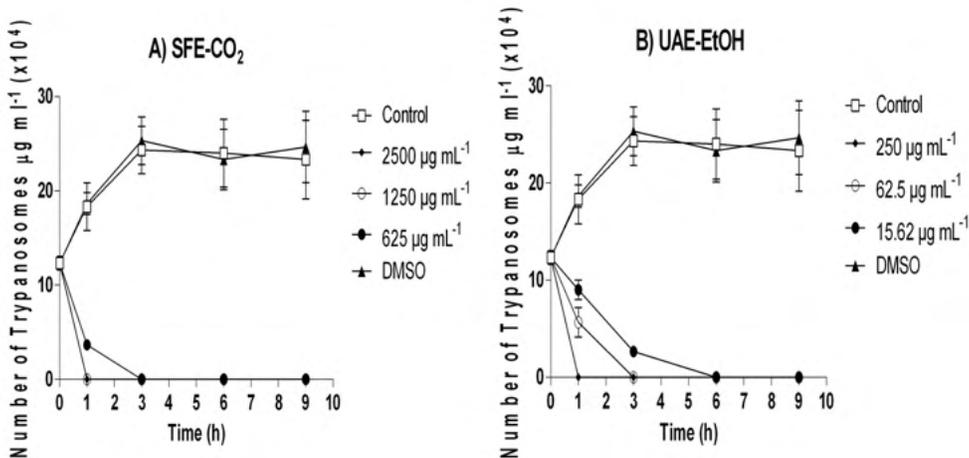


Figure 1. In vitro, trypanocida activity of extracts SFE-CO₂ (A) and UAE-EtOH (B) of *H. ringens* against *Trypanosoma evansi* when compared control (untreated) and DMSO.

3.2 Nematicidal activity

Figure 2 (A and B) shows the relationship between the action of both extracts of *H. ringens* at different concentrations and the number of live *Meloidogyne javanica* J₂ larvae compared to the control. According to the data obtained, 80% of J₂ larvae were killed for the SFE-CO₂ and UAE-EtOH extracts at concentrations 10 and 80 mg mL⁻¹ and in their dilutions, respectively.

The SFE-CO₂ extract had nematicidal activity at a lower concentration than the UAE-EtOH extract, which was already expected, once that, according to Dolwitsch et al. (2020) this extract is composed mainly of terpenes, among them pulegone which has antiparasitic action reported (Ribeiro et al. 2010; Bandeira-Junior et al. 2017).

Other authors corroborate the concentrations tested for this assay, Lopes et al. (2005) found that aqueous basil extract (*O. basilicum*) at 100 mg mL⁻¹ showed action against *Meloidogyne incognita*. For Neves et al. (2008) the papaya seed extract (*Carica papaya*) at 100 mg mL⁻¹ caused the death of 100% of *M. javanica* juveniles. According to Kong et al. (2006) evaluated the essential oils obtained from 88 different medicinal plants at a concentration of 10 mg mL⁻¹ on *Bursaphelenchus xylophilus* nematoid. The authors observed that essential oils of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*), citronella (*Cymbopogon nardus*), clove (*Eugenia caryophyllata* Thunberg), coriander (*Coriandrum sativum*), lemongrass (*C. citratus*), oregano (*Origanum vulgare*), black pepper (*Pimenta officinalis*), clove (*Satureja hortensis*) and thyme (*Thymus vulgaris*) caused 100% lethality to the nematode after 24 hours of exposure.

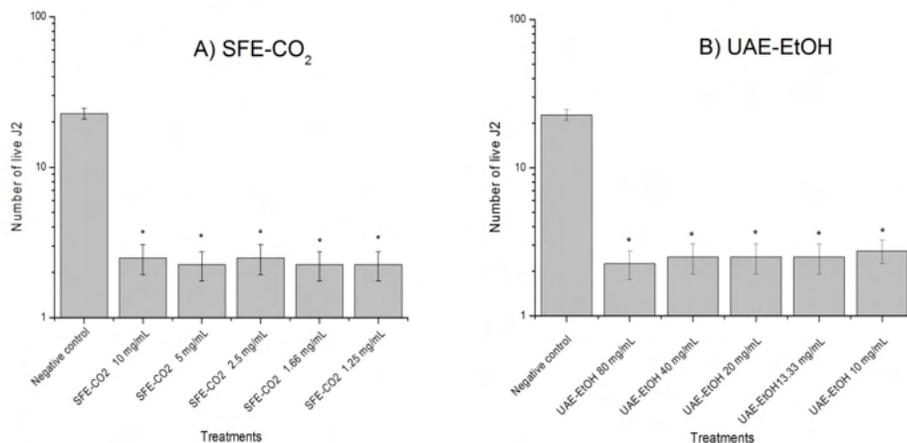


Figure 2. Number of juveniles of second stage (J2) of *Meloidogyne* alive after action of the extracts SFE-CO₂ (A) and UAE-EtOH (B) in different concentrations of *H. ringens* compared to the negative control.

3.3 Antimicrobial activity

The UAE–EtOH extract did not show activity for microorganisms, in the concentration of 120 mg/mL. The volatile extract in the concentration of 93.86 mg/mL showed activity against the Gram negative bacteria *Aeromonas caviae* and against the fungus *Candida albicans*. The MICs of 1.46 mg/mL were found for *Aeromonas caviae* and against the fungus *Candida albicans*.

It is likely that the negative result the UAE–EtOH extract may be related to the antagonism between the constituents of the extract (Aneja 2012).

There are only few studies in the literature on the antimicrobial activity of *H. ringens*. (Suttili et al. 2015). verified the antibacterial activity of the essential oil of *H. ringens* against *Aeromonas hydrophila*. The MIC found in the study ranged from 800 to 3.200 µg/mL. Although the authors used *Clevenger* extraction and tested another bacterial species, the results support what was found in this study. Gomes et al. (2012) found antifungal activity of *H. ringens* front of other fungi, among them: *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum lycopersisi* and *Guignardia citricarpa*. As for other species of the genus *Hesperozygis*, Martini et al. (2011) demonstrated that the essential oil of *H. myrtoides* was active against *Lactobacillus casei*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida Albicans* and *Candida glabrata*. Rosa et al. (2019) investigated the antibacterial activity of *H. ringens* by determining the minimum inhibitory concentration (MIC) of hexane and ethanolic extracts obtained by soxhlet against *Aeromonas hydrophila*, *Raoultella ornithinolytica*, and *Citrobacter freundii* from infected fish, being that only the hexane extract had activity against the tested microorganisms. Although the aforementioned studies involve different microorganisms,

they corroborate with what was found in this work regarding the antibacterial and antifungal potential of the species. Through these results, it was verified that the volatile extract of *H. ringens* presented antibacterial and antifungal activity against microorganisms not yet reported for the species, which have important clinical relevance.

The antimicrobial properties of the SFE-CO₂ extract of *H. ringens* are ratified by the compounds that were found, since pulegone (Pellegrini et al. 2017), menthone (Desam et al. 2019), limonene (Ambrosio, 2016) are recognized by these activities.

Analysing the antimicrobial activity suggesting that the plant can contribute to the development of therapeutic alternatives in the treatment of bacterial infections.

4 | CONCLUSION

Both extracts presented action against *T. evansi* and second stage larvae (J₂) of *M. javanica*, thus, this extracts has the potential a new therapeutic option in the treatment of trypanosomiasis and nematodes.

The extract obtained by SFE-CO₂ presented antimicrobial activity against *Aeromonas caviae* and *Candida albicans*, so it may be an alternative for the development of new antimicrobial agents.

REFERENCES

AMBROSIO, C. M. S. **Atividade antibacteriana in vitro dos óleos essenciais sobre microorganismos patogênicos e probióticos de ocorrência no trato gastrointestinal de suínos e aves destinados à produção de alimentos de origem animal.** 2015. 133 p. Dissertação (mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2015.

AMISIGO, C. M. et al. **In vitro anti-trypanosomal effects of selected phenolic acids on *Trypanosoma brucei*.** PloS one, v. 14, n. 5, 2019.

ANEJA, K. R. et al. **Antimicrobial activity of Terminalia arjuna Wight & Arn.: An ethnomedicinal plant against pathogens causing ear infection.** Brazilian Journal of otorhinolaryngology, v. 78, n. 1, p. 68-74, 2012.

BALDISSERA, M. D. L. **Trypanocidal activity of the essential oils in their conventional and nanoemulsion forms: in vitro tests.** Exp Parasitol. 134(3): 356-361, 2013.

BALDISSERA, M. D. et al. **In vitro Trypanocidal activity of macela (*Achyrocline satureioides*) extracts against *Trypanosoma evansi*.** Korean J. Parasitol. 52(3): 311-315, 2014.

BALDISSERA, M. D. et al. **Trypanocidal action of *Lippia alba* and *Lippia origanoides* essential oils against *Trypanosoma evansi* in vitro and in vivo used mice as experimental model.** Journal of Parasitic Diseases, v. 41, n. 2, p. 345-351, 2017.

BANDEIRA, Jr. G. et al. **Potential uses of *Ocimum gratissimum* and *Hesperozygis ringens* essential oils in aquaculture.** Ind crops prod. 97: 484-491, 2017.

BALTZ, T. et al. **Cultivation in a semi-defined medium of animal infective forms of *Trypanosoma brucei*, *T. equiperdum*, *T. evansi*, *T. rhodesiense* and *T. gambiense***. EMBO J. 4 (5): 1273-1277, 1985.

BONETTI, J. I.; FERRAZ S. **Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro**. Fitopatol Bras. 6: 553, 1981.

BORGES, A. R. et al. **Trypanocidal and cytotoxic activities of essential oils from medicinal plants of Northeast of Brazil**. Exp Parasitol. 132(2): 123-128, 2012.

DESAM, N. R. Et al. **Chemical constituents, in vitro antibacterial and antifungal activity of *Mentha Piperita L.* (peppermint) essential oils**. JKUSUS, 31:528-533, 2019.

DOLWITSCH, C. B. et al. **Hesperozygis ringens (Benth.) Epling: a study involving extraction, chemical profiling, antioxidant and biological activity**. Nat Prod Res, 1-6. 2020.

DOS SANTOS ALVES, C. F. et al. **Antimicrobial, antitrypanosomal and antibiofilm activity of *Equisetum hyemale***. Microb Pathog. 101: 119-125, 2016.

GOMES, V. A. A. **Estudo da composição química do óleo essencial de *Hesperozygis ringens* (Benth.) Epl. e sua atividade antifúngica**. In: XX Encontro de Jovens Pesquisadores e II Mostra Acadêmica de Inovação e Tecnologia, Caxias do Sul, 2012. Disponível em: <<http://www.jovenspesquisadores.com.br/2012/restrito/uploads/posters/1348519204.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2020.

GRESSLER, L. T. et al. **Trypanocidal activity of free and nanoencapsulated curcumin on *Trypanosoma evansi***. Parasitol. 142(3): 439-448, 2015.

JOBIM, M. L. et al. **Antimicrobial activity of Amazon *Astrocaryum aculeatum* extracts and its association to oxidative metabolism**. Microbiological Research, v. 169, n. 4, p. 314-323, 2014.

KONG, J. O. et al. **Nematicidal activity of plant essential oils against *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae)**. J Asia-Pacific Entomol. 9(2): 173-178, 2006.

LOPES, E. A. et al. **Efeito dos extratos aquosos de mucuna preta e de manjerição sobre *Meloidogyne incognita* e *M. javanica***. Nematol Bras.29(1): 67-74, 2015.

MARTINI, M. G. et al. **Chemical composition and antimicrobial activities of the essential oils from *Ocimum selloi* and *Hesperozygis myrtoides***. Nat Prod Commun, 6(7), 2011.

NEVES, W. S. et al. **Uso de Sementes de Mamão e Solarização do Solo no Controle de *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita***. Nematol Bras. 32(4): 253-259, 2008.

PELLEGRINI, M. C. et al. **Chemical composition, antimicrobial activity, and mode of action of essential oils against *Paenibacillus larvae*, etiological agent of American foulbrood on *Apis mellifera***. Chem Biodivers. 14(4): e1600382, 2017.

PINHEIRO, C. G. et al. **Seasonal variability of the essential oil of *Hesperozygis ringens* (Benth.) Epling**. Braz J Biol. 76(1), 176-184, 2016.

RIBEIRO, V. L. S. et al. **Acaricidal properties of the essential oil from *Hesperozygis ringens* (Lamiaceae) on the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus***. *Bioresour Technol.* 101(7): 2506-2509, 2010.

ROSA, I. A. et al. **Extracts of *Hesperozygis ringens* (Benth.) Epling: in vitro and in vivo antibacterial activity against fish pathogenic bacteria**. *J appl microbiol.* 126(5):1353-1361, 2019.

SILVA, D. T. et al. **Larvicidal activity of Brazilian plant essential oils against *Coenagrionidae* larvae**. *J Econ Entomol.* 107(4): 1713-1720, 2014.

SUTILI, F. J. et al. **Plant essential oils against *Aeromonas hydrophila*: in vitro activity and their use in experimentally infected fish**. *J Appl Microb.* 119(1): 47-54, 2015.

VON POSER, G. L. **Essential oil composition and allelopathic effect of the Brazilian Lamiaceae *Hesperozygis ringens* (Benth.) Epling and *Hesperozygis rhodonon* Epling**. *J Agric Food Chem.* 44(7): 1829-1832, 1996.

WANG Z. et al. **Synthesis, antiviral activity, and molecular docking study of trans-ferulic acid derivatives containing acylhydrazone moiety**. *Bioorg Med Chem Lett.* 27(17): 4096-4100, 2017.

CAPÍTULO 8

DESENVOLVIMENTO DA SEMENTE E DO PROTOCORMO DE *Cleistes libonii* (Rchb.f.) Schltr. (Orchidaceae: Vanilloideae)

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 11/10/2021

Laís Soêmis Sisti

Universidade Estadual de Campinas
(UNICAMP), Instituto de Biologia,
Departamento de Biologia Vegetal, Laboratório
de Anatomia Vegetal
Campinas, SP
<http://lattes.cnpq.br/3350507548985637>

Marta Pinheiro Niedzwiedzki

Universidade Estadual de Campinas
(UNICAMP), Instituto de Biologia,
Departamento de Biologia Vegetal, Laboratório
de Anatomia Vegetal
Campinas, SP
<http://lattes.cnpq.br/7878126238846097>

Juliana Lischka Sampaio Mayer

Universidade Estadual de Campinas
(UNICAMP), Instituto de Biologia,
Departamento de Biologia Vegetal, Laboratório
de Anatomia Vegetal
Campinas, SP
<http://lattes.cnpq.br/5056519309576269>

RESUMO: O desenvolvimento e estabelecimento de orquídeas na natureza exige inúmeros requerimentos, sendo que a germinação *in vitro* de orquídeas terrícolas é especialmente dificultada. Além de apresentar uma elevada proporção de gêneros ameaçados dentro da família devido ao extrativismo, as orquídeas terrícolas representam um grupo com elevado

risco de extinção. *Cleistes libonii* é uma orquídea terrícola ameaçada, com ocorrência nos estados do sul e do sudeste do Brasil. Compreender a biologia reprodutiva é uma abordagem valiosa para a conservação de espécies ameaçadas. O objetivo do presente estudo foi descrever o desenvolvimento da semente e do protocormo de *C. libonii*, além de avaliar as condições necessárias para sua germinação. O saco embrionário da espécie desenvolve-se como bispórico do tipo *Allium*. O envoltório da semente madura apresenta camadas externas lignificadas e uma camada interna rígida de coloração amarelada envolvendo o embrião. A germinação e o desenvolvimento do protocormo de *C. libonii* foi realizada com sucesso por meio da germinação assimbiótica em meio de cultura MS apenas na ausência de luz. O protocormo em estágio inicial de desenvolvimento, logo após a germinação, possui formato globular. Com a instalação do meristema apical caulinar, o protocormo assume um formato ovalado e surge pelos absorventes em sua porção basal. A porção caulinar segue alongando-se horizontalmente até a formação de uma estrutura alongada recoberta por escamas de proteção e a região basal permanece arredondada. Devido ao cultivo na ausência de luz o protocormo mantém-se aclorofilado. Protocormos similares aos de *C. libonii* foram observados apenas em orquídea terrícola da subfamília Apostasioideae.

PALAVRAS-CHAVE: Embriogênese, germinação assimbiótica, protocormo, anatomia, Orchidaceae.

SEED AND PROTOCORM DEVELOPMENT OF *Cleistes libonii* (Rchb.f.) Schltr. (Orchidaceae: Vanilloideae)

ABSTRACT: The development and establishment of orchids in nature require numerous requirements, and the *in vitro* germination of terrestrial orchids is especially difficult. In addition to presenting a high proportion of endangered genera within the family due to extractivism, terrestrial orchids represent a group with a high risk of extinction. *Cleistes libonii* is an endangered terrestrial orchid, occurring in the southern and southeastern states of Brazil. Understanding reproductive biology is a valuable approach to conserving endangered species. The aim of this study was to describe the development of the seed and protocorm of *C. libonii*, in addition to evaluating the conditions necessary for its germination. The embryo sac of the species develops as bisporic (*Allium*-type). The envelope of the mature seed has lignified outer layers and a rigid yellowish inner layer surrounding the embryo. Germination and development of the protocorm of *C. libonii* was successfully carried out through asymbiotic germination in MS culture medium only in the absence of light. The protocorm in its initial stage of development, soon after germination, has a globular shape. With the installation of the apical stem meristem, the protocorm assumes an oval shape and absorbent hairs appear in its basal portion. The shoot portion continues to elongate horizontally until the formation of an elongated structure covered by protective scales and a rounded base. Due to cultivation in the absence of light, the protocorm remains achlorophyllous. Protocorms similar to those of *C. libonii* were observed only in terrestrial orchid of the subfamily Apostasioideae.

KEYWORDS: Embryogenesis, asymbiotic germination, protocorm, anatomy, Orchidaceae.

1 | INTRODUÇÃO

Sob o atual cenário das mudanças climáticas, além da constante degradação e redução da extensão de habitats, a conservação da biodiversidade é um desafio mundial. Estima-se que cerca de 12,5% de toda a flora vascular global esteja em extinção e que a maioria das espécies ameaçadas possuem sua ocorrência restrita à hotspots de biodiversidade. Essas áreas de elevada riqueza em biodiversidade, que ocupavam 12% de toda a superfície terrestre, encontram-se atualmente reduzidas a apenas 1,4%. Quase metade das espécies extintas são perenes herbáceas e terrícolas (SWARTS; DIXON, 2009).

O desenvolvimento e estabelecimento de orquídeas na natureza exige inúmeros requerimentos, dentre eles destaca-se a necessidade de interações micorrízicas para a germinação de suas sementes e estabelecimento da plântula (RASMUSSEN et al., 2015). Diversas técnicas de germinação de orquídeas tem sido empregadas com sucesso, dentre eles podemos citar técnicas de semeadura de pacotes de sementes *in situ* (RASMUSSEN; WHIGHAM, 1993) e técnicas de germinação simbiótica de orquídeas *in vitro* (ZETTLER, 1997). A maioria das espécies de orquídeas verdes são capazes de germinar de maneira assimbiótica, caso os nutrientes necessários sejam disponibilizados (RASMUSSEN et al., 2015), e algumas espécies podem ter o início de seu desenvolvimento estimulado por fungos endofíticos não-micorrízicos (SISTI et al., 2019; VUJANOVIC et al., 2000). No entanto, a propagação artificial de

orquídeas terrícolas é frequentemente dificultada (YAMAZAKI; MIYOSHI, 2006). Compreender a biologia reprodutiva, a germinação e o desenvolvimento de plântulas é uma abordagem valiosa para a conservação de orquídeas ameaçadas (YEUNG, 2017).

O embrião das orquídeas pode apresentar diferentes padrões de desenvolvimento úteis à classificação do embrião (VEYRET, 1974). As sementes de orquídeas são inúmeras e diminutas, sendo conhecidas também como “sementes poeira” (RASMUSSEN; WHIGHAM, 1993). A semente madura possui embrião ainda em fase indiferenciada e ausência de endosperma ou cotilédones, sendo as mínimas reservas armazenadas nas células do embrião (ARDITTI, 1992). Descrições do desenvolvimento das sementes de orquídeas ainda são escassas (YEUNG, 2017). Após a germinação das sementes ocorre a formação do protocormo nas orquídeas, estrutura de formato coniforme que representa a fase intermediária de desenvolvimento entre o embrião e a plântula (ARDITTI, 1992; YEUNG, 2017). Sendo o protocormo uma estrutura essencialmente designada para estabelecer associação simbiótica necessária para o desenvolvimento, instalação do meristema e surgimento da plântula (YEUNG, 2017).

Com ocorrência em quase todos os continentes, com exceção da Antártica, Orchidaceae é uma das maiores e mais diversas famílias em número de espécies, atrás apenas da família Asteraceae. Orchidaceae compreende mais de 25.000 espécies distribuídas em cerca de 750 gêneros e é dividida em cinco subfamílias: Apostasioideae, Vanilloideae, Cyripedioideae, Orchidioideae e Epidendroideae (CHASE et al., 2015; DRESSLER, 2005). Dois terços das espécies de orquídeas são epífitas ou litófitas, sendo as restantes terrícolas (SWARTS; DIXON, 2009). Além de representar uma elevada proporção de gêneros ameaçados dentro da família devido ao extrativismo (YAMAZAKI; MIYOSHI, 2006), as orquídeas terrícolas representam um grupo com elevado risco de extinção (SWARTS; DIXON, 2009).

A subfamília Vanilloideae é ainda dividida em duas tribos, Vanilleae e Pogonieae, compreendendo 15 gêneros, dentre eles o gênero *Cleistes* (CAMERON, 2009). *Cleistes libonii* (Rchb.f.) Schltr. é uma orquídea de hábito terrícola com ocorrência nos estados do sul e do sudeste do Brasil, podendo ser encontrada em ambientes de Mata Atlântica, sendo bem representada em áreas perturbadas por ações antrópicas e áreas de proteção ambiental. Em um panorama nacional, *C. libonii* é considerada “menos preocupante” (LC), porém encontra-se como “criticamente ameaçada” (CR) dentro da lista vermelha da flora do Espírito Santo e “em perigo” (EN) dentro da lista vermelha da flora do Rio Grande do Sul (CNCFLORA, 2012). O objetivo do presente estudo foi descrever o desenvolvimento da semente de *C. libonii*, assim como avaliar as condições necessárias para sua germinação e, por fim, descrever o desenvolvimento do protocormo da espécie.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Flores e frutos em desenvolvimento de *C. libonii* foram coletadas de populações

próximo ao Rio dos Papagaios, no município de Ponta Grossa no Paraná (Figura 1). A polinização cruzada foi realizada manualmente, sendo coletados os frutos para as análises das sementes em diferentes fases do desenvolvimento, com 12, 26, 40, 61 e 82 dias após a polinização.

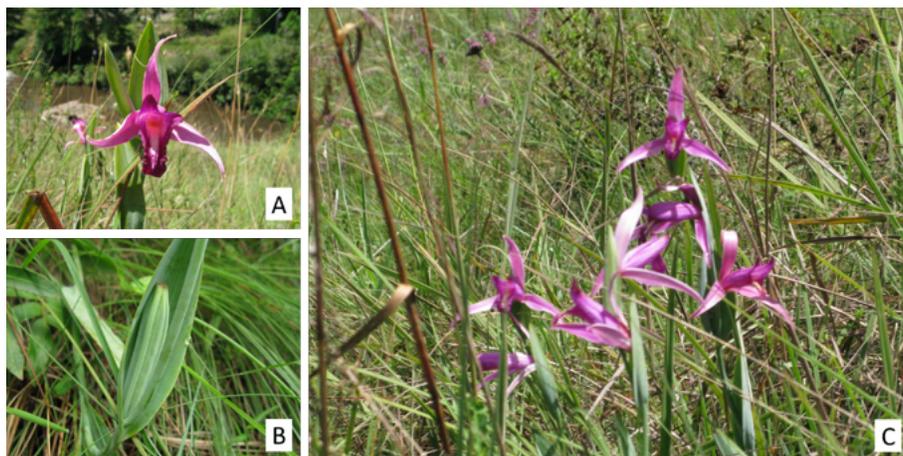


Figura 1: *Cleistes libonii* em fase reprodutiva. A – Detalhe da Flor em antese; B – Detalhe do fruto fechado; C – Registro das plantas de uma população da espécie em campo.

2.1 Tratamentos de germinação assimbiótica

Para os tratamentos de germinação, os frutos maduros da espécie com 82 dias foram superficialmente desinfestados por meio de imersão em álcool 70% por 5 min, imersão em hipoclorito de sódio à 2% de cloro ativo por 15 min, seguido de duas lavagens em água destilada autoclavada. Os frutos foram seccionados longitudinalmente e as sementes foram recuperadas. Na sequência, foi realizada a assepsia superficial das sementes de *C. libonii* por imersão em hipoclorito de sódio à 1% de cloro ativo por 10 min, seguido de três lavagens em água destilada autoclavada. As sementes foram distribuídas em frascos com meio de cultura MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) modificado, com uma concentração de 2,215g/L da formulação MS, acrescidos de 30g/L de sacarose e 6g/L de ágar e pH ajustado para 5,6. Os frascos foram selados com filme plástico e as sementes foram incubadas em câmara de germinação à 25 °C, sob duas condições de luminosidade: sendo metade dos frascos incubados em fotoperíodo de 12h e a outra metade na ausência de luz. Os frascos foram analisados semanalmente e protocormos em diferentes estágios de desenvolvimento foram coletados, registrados sob lupa e fixados para posterior análise de sua anatomia.

2.2 Análises anatômicas em microscopia de luz e testes histoquímicos

As sementes e protocormos em diferentes fases de desenvolvimento foram fixados

em karnovsky (KARNOVSKY, 1985), desidratadas em série etílica e infiltradas com resina plástica (Leica Historesin®). As amostras foram fixadas com supercola à blocos de madeira para serem acopladas e seccionadas em micrótomo rotativo manual em 5-7µm de espessura. As secções foram coradas nas lâminas com azul de toluidina 0,05% (SAKAI, 1973) em tampão fosfato e citrato (pH 4,5) por cerca de 10min e montadas em resina sintética “Entellan®” (Merck®). Por fim, os cortes foram analisados e as imagens foram documentadas por meio de câmera de vídeo Olympus DP71 acoplada ao microscópio Olympus BX 51. Para teste histoquímico, o reagente lugol foi utilizado para a detecção de grãos de amido.

3 | RESULTADOS

3.1 Desenvolvimento do óvulo e da semente

Aos 12 dias após a polinização, a diferenciação da célula arquesporrial já teve seu início, juntamente com a formação dos tegumentos interno e externo, gerando o processo de curvatura do óvulo (Figura 2 A-B). Nessa fase também ocorre a chegada dos tubos polínicos no interior do ovário (Figura 2 B). A célula arquesporrial dá origem diretamente à célula-mãe de megásporo sem sofrer divisões, gerando assim um óvulo tenuinucelado (Figura 2 C). Após 26 dias da polinização, a célula-mãe de megásporo passa pela primeira fase da divisão meiótica formando uma díade, na qual aquela célula voltada ao polo micropilar degenera (Figura 2 D-E). A célula calazal passa pela segunda fase da divisão meiótica sem a formação de parede celular (Figura 2 F). Tal desenvolvimento pode ser denominado como bispórico do tipo *Allium*. Os dois núcleos do megásporo funcional migram para polos opostos com a formação de um vacúolo central e o tegumento interno recobre a epiderme nucelar (Figura 2 G). Ocorre, então, a primeira divisão mitótica dos núcleos, originando um saco embrionário tetranucleado (Figura 2 H). Após a segunda divisão mitótica, com 40 dias após a polinização, o saco embrionário já formado apresenta configuração similar ao do tipo *polygonum*, com oito núcleos, sendo três antípodas voltadas para o polo calazal, dois núcleos polares centrais e duas sinérgides junto à oosfera no polo micropilar (Figura 2 I). Nessa fase ocorre a fecundação da oosfera, formando o zigoto, e os núcleos polares se fundem ao núcleo de um dos gametas masculinos, formando o endosperma que não se divide (Figura 2 J-K). O zigoto passa por sucessivas divisões mitóticas, originando o embrião aos 61 dias da polinização apresentando um pequeno suspensor na base. Os tegumentos do óvulo desenvolvem-se formando o envoltório da semente, que apresenta o tegumento externo lignificado e uma camada interna secretada pelas células do tegumento interno (Figura 2 L). Após poucas mudanças estruturais, a semente torna-se madura no fruto com 82 dias após a polinização, apresentando embrião de formato globular com células de tamanho homogêneo e resquícios do suspensor (Figura 2 M-N).

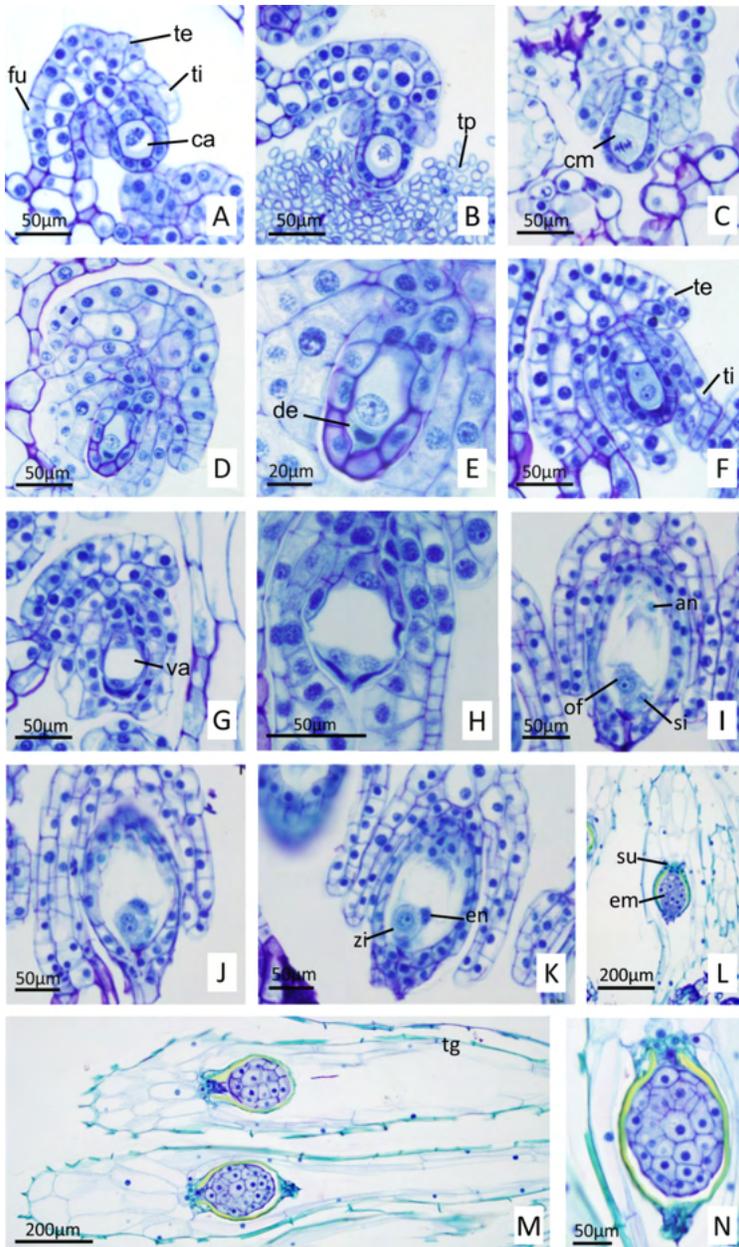


Figura 2: Megasporogênese, megagametogênese e embriogênese de *Cleistes libonii*. A – Célula arquesporial diferenciada; B – chegada dos tubos polínicos no lóculo; C – início da primeira fase da divisão meiótica; D – formação das duas díades; E – em detalhe, célula micropilar degenerada; F – Segunda fase da divisão meiótica; G – surgimento do vacúolo central e polarização dos núcleos; H – primeira divisão mitótica; I – saco embrionário formado após a segunda divisão mitótica; J – fecundação; K – formação do zigoto e do endosperma; L – semente imatura; M – semente madura; N – em detalhe, embrião na semente madura 82 dias após a polinização. an = antípodas; ca = célula arquesporial; cm = célula-mãe de megásporo; de = degenerado; em = embrião; en = endosperma; fu = funículo; of = oosfera; si = sinérgide; su = suspensor; te = tegumento externo; tg = tegumento; tp = tubos polínicos; ti = tegumento interno; va = vacúolo; zi = zigoto.

3.2 Germinação assimbiótica e desenvolvimento do protocormo

A germinação e o desenvolvimento do protocormo de *C. libonii* foi realizada com sucesso por meio da germinação assimbiótica em meio de cultura MS apenas na ausência de luz. As sementes expostas ao fotoperíodo de 12h chegaram a germinar, porém não houve continuidade de seu desenvolvimento devido à oxidação das delicadas estruturas dos protocormos.

Durante a germinação, o embrião incha devido à absorção de água e dá início ao desenvolvimento do protocormo, rompendo o tegumento externo da semente. A estrutura inicialmente formada possui formato globular (Figura 3 A-B). Após a instalação do meristema apical caulinar, o protocormo assume um formato ovalado e resquícios do tegumento da semente podem ser observados em sua porção basal, assim como o surgimento de pelos absorventes (Figura 3 C-D). A porção caulinar segue alongando-se horizontalmente até o surgimento de uma estrutura alongada recoberta por escamas de proteção alternadas ao longo de sua extensão e base arredondada (Figura 3 E-F). Devido ao cultivo na ausência de luz o protocormo mantém-se aclorofilado.



Figura 3: Desenvolvimento do protocormo de *Cleistes libonii* em tratamento de germinação assimbiótica na ausência de luz. A – sementes recém semeadas no meio de cultivo; B – rompimento do tegumento da semente e surgimento da fase inicial do protocormo; C-D – alongamento da região apical do protocormo; E – desenvolvimento da porção caulinar e das escamas de proteção; F – formação de estrutura caulinar alongada recoberta por escamas de proteção. em = embrião ; es = escamas de proteção; pa = pelo absorvente; pr = protocormo; rb = região basal; te = tegumento.

As sementes de *C. libonii* possuem comprimento variável de $900\mu\text{m}$ à $1500\mu\text{m}$ e cerca de $200\mu\text{m}$ de largura (Figura 4 A). No início da germinação ocorre a expansão das células do embrião, que rompem a testa da semente, originando o protocormo. Nessa fase inicial, o protocormo é revestido pela protoderme e possui seu interior preenchido por células indiferenciadas de formato e tamanho homogêneos (Figura 4 B). Vestígios do suspensor da semente já não são mais observados nessa fase. O protocormo segue seu desenvolvimento com a instalação do meristema apical caulinar em sua região apical, que se divide de maneira lateralizada, projetando-se paralelamente ao eixo de maior comprimento do protocormo. Nessa fase é possível observar células maiores na porção basal e células menores e mais densas na porção apical do protocormo, que passa a apresentar o início da diferenciação do sistema vascular (Figura 4 C). Tal peculiaridade no início da divisão do meristema apical caulinar gera uma curvatura da região mediana do protocormo, próxima à sua região basal, que é intensificada por uma maior atividade meristemática em uma das faces da projeção caulinar (Figura 4 D). Após o subsequente alongamento da estrutura do protocormo, é possível observar em detalhe da região do meristema apical, que as divisões se tornam simétricas (Figura 4 E). Nessa fase também ocorre a formação de primórdios de pelos absorventes (Figura 4 F). Durante o desenvolvimento do protocormo, são formadas escamas de proteção ao longo do protocormo (Figura 4 G-H). Testes histoquímicos detectaram a presença de grãos de amido distribuídos homogeneamente nas células de preenchimento do protocormo em fase inicial (Figura 4 I-J), que passam a se concentrar nas células de sua região basal, conforme ocorre o desenvolvimento e alongamento do protocormo (Figura 4 K). Detalhes dos grãos de amido em luz polarizada (Figura 4 L).

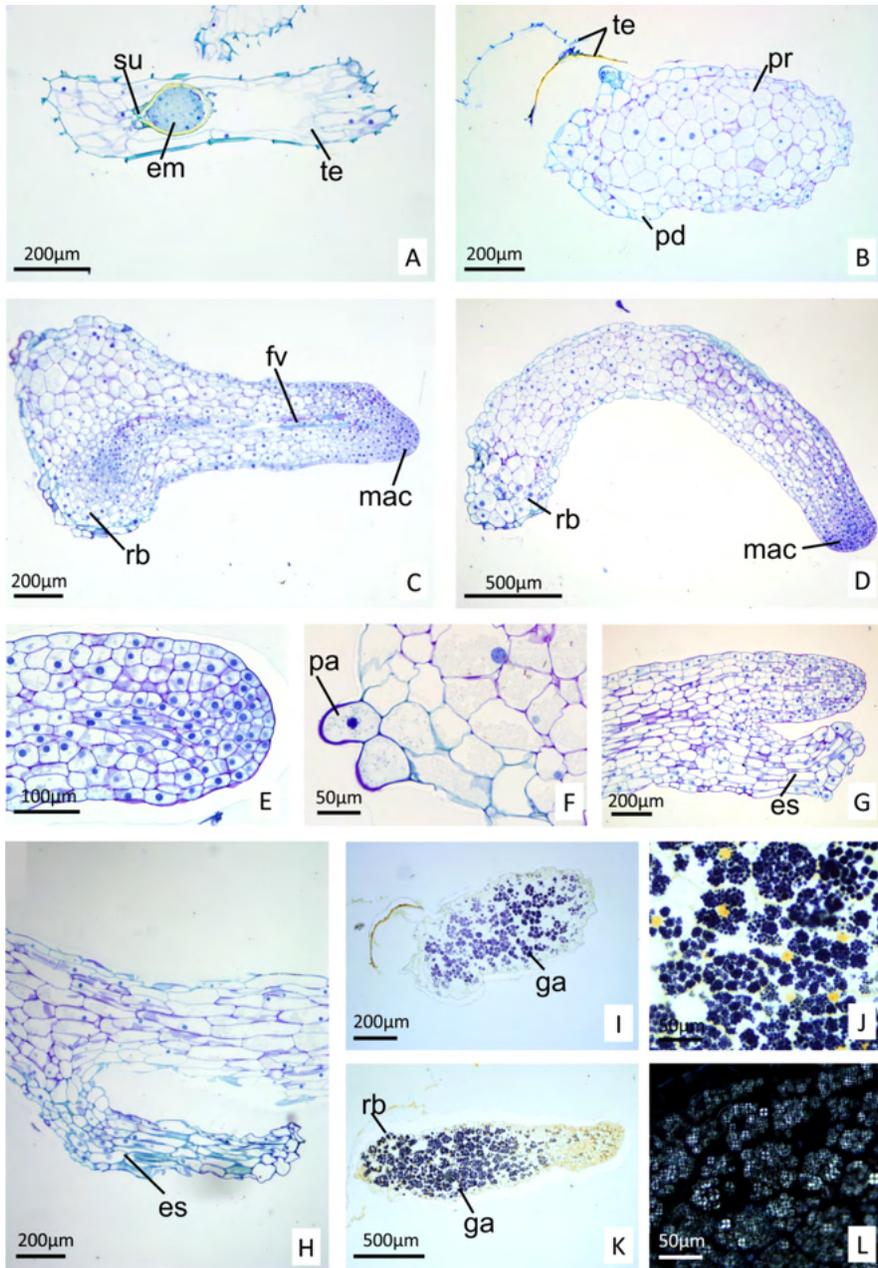


Figura 4: Protocormos de *Cleites libonii* em diferentes fases de desenvolvimento. A – Semente madura; B – Protocormo em fase inicial; C-D – Alongamento do protocormo; E – Detalhe do meristema apical caulinar; F – Detalhe de primórdio de pelos absorventes; G-H – Formação e desenvolvimento de escamas de proteção ao longo da estrutura caulinar; I, J, K e L – Grãos de amido em protocormos de *C. libonii* corados com lugol. em = embrião; es = escamas de proteção; fv = feixe vascular; ga = grãos de amido; mac = meristema apical caulinar; pa = pelo absorvente; pd = protoderme; pr = protocormo; rb = região basal; su = suspensor; te = tegumento.

4 | DISCUSSÃO

4.1 Desenvolvimento do óvulo e da semente

Os sacos embrionários bispóricos possuem núcleos derivados de dois megásporos diferentes e são compreendidos como sendo evolutivamente menos estáveis em comparação aos monospóricos. No desenvolvimento bispórico do tipo *Allium*, após a primeira fase da meiose ocorre a degeneração da célula voltada para o polo micropilar, seguida da segunda fase da meiose com a supressão da citocinese. Na sequência duas divisões mitóticas originam o saco embrionário com oito núcleos e sete células (HAIG, 2020).

A proliferação da placenta e a formação dos óvulos na maioria das espécies epífitas da família Orchidaceae ocorre apenas após a polinização, assim como ocorre em *Oncidium flexuosum*, sendo esta necessária para a diferenciação dos óvulos, com a fertilização ocorrendo apenas após cerca de 50-65 dias para a espécie (MAYER; CARMELLO-GUERREIRO; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, 2011). Dessa forma, a polinização dentro da família seria responsável não só pela fertilização, mas também teria a função de estimular o formação da placenta e a maturação dos óvulos (SWAMY, 1949). Porém, nas espécies de orquídeas terrícolas a proliferação da placenta e o início da diferenciação dos óvulos pode ocorrer anteriormente a polinização (MAYER; CARMELLO-GUERREIRO; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, 2011). O que é verdadeiro para *C. libonii*, a qual apresenta primórdios de óvulos já no ovário da flor em antese e o início da megasporogênese cerca de 12 dias após a polinização.

Óvulos bitegumentados são majoritariamente descritos para Orquidaceae, assim como observado em *C. libonii* e *Vanilla palmarum*, ambas pertencentes à subfamília Vanilloideae, com exceção das micoheterotróficas que tendem a apresentar redução no número de tegumentos (ALVES et al., 2019).

Segundo Yeunge (2017), devido ao tamanho reduzido do embrião e a ausência do desenvolvimento do endosperma, o suspensor poderia desempenhar um importante papel na absorção de água e nutrientes, assim como um local de armazenamento de reservas para o embrião. O embrião na semente madura de *C. libonii* apresenta células de tamanho e conteúdo similares entre si, o que pode relacionar-se com uma baixa capacidade de germinação das sementes, visto que embriões com diferenças estruturais entre os polos apical e basal são relatados como de fácil germinação (LEE et al., 2008).

O envoltório da semente de *C. libonii* apresenta a formação de camadas externas lignificadas no tegumento externo e uma camada interna rígida envolvendo o embrião. Essa camada interna rígida é secretada pelas células da camada mais interna do tegumento interno durante a o desenvolvimento embrionário (ALVES et al., 2019). Para que ocorra a germinação e a formação do protocormo na espécie é necessário o rompimento de ambos (Figura 4 E). Na orquídea terrestre *Cephalanthera falcata* (YAMAZAKI; MIYOSHI, 2006),

relacionou-se o fortalecimento da testa com a proteção do embrião contra dessecação (KAUTH et al., 2008).

Por outro lado, a formação de tegumento lignificado também foi relacionada com a instalação de dormência física na semente de *C. falcata*, por restringir a absorção de água pelo embrião (YAMAZAKI; MIYOSHI, 2006). Em *Paphiopedilum wardii*, orquídea terrestre fortemente ameaçada de extinção, a porcentagem de germinação foi maior para sementes após 180 dias após a polinização, o que foi atribuído pelo autor ao período anterior à lignificação da testa da semente (ZENG et al., 2012).

As sementes de *C. libonii* estão totalmente maduras aos 82 dias após a polinização, no entanto, na semente aos 61 dias, o embrião ainda não foi totalmente envolto pela camada rígida e de coloração naturalmente amarelada. Essa menor deposição ao redor do embrião poderia garantir uma maior taxa de germinação das sementes aos 61 dias após a polinização. Análises quantitativas dos tratamentos de germinação seriam necessárias para comprovar essa hipótese. O alongamento do tegumento externo das sementes e sua lignificação formando uma estrutura similar a um planador impermeável, assim como o tamanho reduzido das sementes de *C. libonii*, são estratégias que podem contribuir para sua dispersão (PRUTSCH; SCHARDT; SCHILL, 2000), sendo facilmente transportadas pelo vento.

4.2 Germinação assimbiótica e desenvolvimento do protocormo

A necessidade de escuridão para a germinação de orquídeas terrícolas já tem sido amplamente relatada e bem aceita no meio científico (KAUTH et al., 2008), sendo que algumas espécies são simplesmente incapazes de germinar na presença de luz, como ocorrido para as sementes de *C. libonii*. Em alguns casos, a germinação pode ocorrer, no entanto a sua taxa pode ser bastante reduzida (ST-ARNAUD; LAUZER; BARABÉ, 1992) ou o desenvolvimento do protocormo pode ser comprometido (STEWART; KANE, 2006). Segundo Stewart & Kane (2006), protocormos cultivados no escuro tendem a produzir um maior número de pelos absorventes do que aqueles cultivados na luz. Contrariamente, *C. libonii* desenvolveu uma quantidade pequena de pelos absorventes mesmo sendo cultivada em completa ausência de luz, além de não estarem presentes na maior parte dos protocormos observados. Os pelos absorventes são o principal local de entrada dos fungos micorrízicos nos protocormos (RASMUSSEN et al., 2015; RASMUSSEN; WHIGHAM, 1993).

Embora a taxa de germinação possa ser favorecida por um fotoperíodo particular, o desenvolvimento do protocormo e da plântula pode evoluir mais rapidamente sob diferentes condições de luminosidade (KAUTH et al., 2008). Stewart e Kane (2006) demonstraram que menos de 90% dos protocormos de *Habenaria macroceratitis* cultivados no escuro desenvolveram folhas. Nesse sentido, Kauth (2005) também relata que nenhum dos protocormos de *Calopogon tuberosus* cultivados no escuro produziram folhas expandidas.

Similar aos achados, não houve a formação de folhas pelos protocormos de *C. libonii* cultivados no escuro durante todo o experimento, somente de folhas reduzidas a escamas. Para *P. wardii*, sua taxa de germinação e fase de desenvolvimento de seu protocormo foi significativamente maior em pré-cultivo de 45 dias no escuro seguido de fotoperíodo de 16h em comparação com tratamentos sem o pré-cultivo no escuro ou sem o fotoperíodo de 16h (ZENG et al., 2012).

O alongamento da estrutura do protocormo também foi observado para outras espécies de orquídeas terrícolas. Os protocormos de *Nervilia nipponica*, subfamília Epidendroideae, começam a se alongar com 16 semanas após o cultivo *in vitro*, e com 20 semanas a estrutura aclorofilada assemelha-se à um pequeno rizoma repleto de pelos absorventes (GALE et al., 2010). Comparativamente, plântulas de *Neuwiedia veratrifolia*, subfamília Apostasioideae, assemelham-se fortemente aos protocormos de *C. libonii* em estágios mais avançados de desenvolvimento, apresentando uma porção basal oblonga correspondente ao protocormo e uma porção caulinar alongada recoberta por escamas. As plântulas de *N. veratrifolia* também apresentam uma curvatura substancial da porção caulinar em relação à base do protocormo, desenvolvendo-se perpendicularmente (KRISTIANSEN; RASMUSSEN; RASMUSSEN, 2001).

5 | CONCLUSÃO

Cleistis libonii apresenta desenvolvimento embrionário bispórico do tipo *Allium*, onde dois núcleos de megásporo participam da formação do saco embrionário, sendo tal desenvolvimento pouco comum em Orchidaceae. O início da megasporogênese e a chegada dos tubos polínicos ocorrem aos 12 dias após a polinização. Os embriões na semente madura apresentam células estruturalmente similares entre os polos apical e basal, o que pode estar relacionado com uma baixa capacidade germinativa das sementes. Sementes de *C. libonii* aos 61 dias após a polinização tem potencial de apresentarem uma maior taxa de germinação em relação aos 82 dias após a polinização, devido à menor espessura da camada rígida secretada pelas células do tegumento interno. A formação somente de escamas de proteção nos protocormos de *C. libonii* pode estar relacionada com sua germinação em completa ausência de luz. Protocormos similares aos de *C. libonii* foram observados apenas em espécie terrícolas pertencente à Apostasioideae, linhagem mais basal dentro de Orchidaceae.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior—Brasil—Finance Code 001. JLSM agradece ao CNPq (302664/2020–7) e a FAEPEX (0944/14).

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. F. et al. First Record of Ategmic Ovules in Orchidaceae Offers New Insights Into Mycoheterotrophic Plants. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, n. November, p. 1–11, 2019.
- ARDITTI, J. Fundamentals of orchid biology. **wiley, New York**, 1992.
- CAMERON, K. M. On the value of nuclear and mitochondrial gene sequences for reconstructing the phylogeny of vanilloid orchids (Vanilloideae, Orchidaceae). **Annals of Botany**, v. 104, n. 3, p. 377–385, ago. 2009.
- CHASE, M. W. et al. An updated classification of Orchidaceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 177, p. 151–174, 2015.
- CNCFLORA. **Cleistes libonii** in lista vermelha da flora brasileira. Disponível em: <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Cleistes libonii](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Cleistes_libonii)>. Acesso em: 11 ago. 2021.
- DRESSLER, R. L. How Many Orchid Species? **Selbyana**, v. 26, n. 1,2, p. 155–158, 2005.
- GALE, S. W. et al. Constraints on establishment in an endangered terrestrial orchid: A comparative study of in vitro and in situ seed germinability and seedling development in *Nervilia nipponica*. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 163, n. 2, p. 166–180, 2010.
- HAIG, D. Poles Apart: Monosporic, Bisporic, and Tetrasporic Embryo Sacs Revisited. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 8, n. September, p. 1–16, 2020.
- KARNOVSKY, M. J. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. **Journal cell biology**, v. 27, n. November 1964, p. 137–138, 1985.
- KAUTH, P. **IN VITRO SEED GERMINATION AND SEEDLING DEVELOPMENT OF Calopogon tuberosus AND Sacoila lanceolata var. lanceolata: TWO FLORIDA NATIVE TERRESTRIAL ORCHIDS**. [s.l.] UNIVERSITY OF FLORIDA, 2005.
- KAUTH, P. J. et al. Techniques and applications of in vitro orchid seed germination. **Floriculture, ornamental and plant biotechnology: advances and topical issues**, n. October 2014, p. 375–391, 2008.
- KRISTIANSEN, K. A.; RASMUSSEN, F. N.; RASMUSSEN, H. N. Seedlings of *Neuwiedia* (Orchidaceae subfamily Apostasioideae) have typical orchidaceous mycotrophic protocorms. **American Journal of Botany**, v. 88, n. 5, p. 956–959, 2001.
- LEE, Y. et al. Embryology of *Phalaenopsis amabilis* var. *formosa*: embryo development. **Botanical Studies**, v. 49, p. 139–146, 2008.
- MAYER, J. L. S.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. Anatomical development of the pericarp and seed of *Oncidium flexuosum* Sims (ORCHIDACEAE). **Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 206, n. 6, p. 601–609, 2011.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tohaoco Tissue Cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, n. 3, p. 473–497, ago. 1962.

PRUTSCH, J.; SCHARDT, A.; SCHILL, R. Adaptations of an orchid seed to water uptake and -storage. **Plant Systematics and Evolution**, v. 220, n. 1–2, p. 69–75, 2000.

RASMUSSEN, H. N. et al. Germination and seedling establishment in orchids: A complex of requirements. **Annals of Botany**, v. 116, n. 3, p. 391–402, 2015.

RASMUSSEN, H. N.; WHIGHAM, D. F. Seed Ecology of Dust Seeds in Situ: A New Study Technique and Its Application in Terrestrial Orchids. v. 80, n. 12, p. 1374–1378, 1993.

SAKAI, W. S. Simple method for differential staining of paraffin embedded plant material using toluidine blue o. **Biotechnic and Histochemistry**, v. 48, n. 5, p. 247–249, 1973.

SISTI, L. S. et al. The Role of Non-Mycorrhizal Fungi in Germination of the Mycoheterotrophic Orchid *Pogoniopsis schenckii* Cogn. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, n. November, p. 1–13, 2019.

ST-ARNAUD, M.; LAUZER, D.; BARABÉ, D. In vitro germination and early growth of seedlings of *Cypripedium acaule* (Orchidaceae). **Lindleyana**, v. 7, p. 22–27, 1992.

STEWART, S. L.; KANE, M. E. Asymbiotic seed germination and in vitro seedling development of *Habenaria macroceratitis* (Orchidaceae), a rare Florida terrestrial orchid. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 86, n. 2, p. 147–158, 2006.

SWAMY, B. G. L. Embryological Studies in the Orchidaceae. I. Gametophytes. **The American Midland Naturalist**, v. 41, n. 1, p. 184–201, 1949.

SWARTS, N. D.; DIXON, K. W. Terrestrial orchid conservation in the age of extinction. **Annals of Botany**, v. 104, n. 3, p. 543–556, 2009.

VEYRET, Y. Development of the embryo and the young seedling stages of orchids. **The orchids: scientific studies**, p. 223–265, 1974.

VUJANOVIC, V. et al. Viability testing of orchid seed and the promotion of colouration and germination. **Annals of Botany**, v. 86, n. 1, p. 79–86, 2000.

YAMAZAKI, J.; MIYOSHI, K. In vitro asymbiotic germination of immature seed and formation of protocorm by *Cephalanthera falcata* (Orchidaceae). **Annals of Botany**, v. 98, n. 6, p. 1197–1206, 2006.

YEUNG, E. C. A perspective on orchid seed and protocorm development. **Botanical Studies**, v. 58, n. 1, p. 1–14, 2017.

ZENG, S. et al. Asymbiotic seed germination, seedling development and reintroduction of *Paphiopedilum wardii* Sumerh., an endangered terrestrial orchid. **Scientia Horticulturae**, v. 138, p. 198–209, 2012.

ZETTLER, L. W. **Terrestrial orchid conservation by symbiotic seed germination: Techniques and perspectives** Selbyana, 1997.

ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA DAS PESQUISAS CIENTÍFICAS SOBRE MICROPROPAGAÇÃO *IN VITRO* DE *Cattleya walkeriana* DOS ANOS DE 1999 A 2019

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 02/08/2021

Gabriela Divina Alves de Oliveira

Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Goiás – Goiânia
<http://lattes.cnpq.br/1805014844869406>
ID Lattes: 1805014844869406

Andréa Mara de Oliveira

Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Goiás – Goiânia

RESUMO: A espécie *Cattleya walkeriana* é nativa do cerrado apresenta potencial ornamental e comercial. A Micropropagação auxilia na preservação *in situ* quando na comercialização. A cienciometria é uma ferramenta de compilação de dados que auxilia na compactação e análises dos dados. Os dados foram quantificados e analisados no software Rstudio que possui ferramentas de quantificação em cienciometria uma dessas é a Bibliometrix, proporcionando as análises cienciométricas mais rápidas e práticas. Foi realizada uma análise cienciometricas sobre as pesquisas em Micropropagação *in vitro* de *Cattleya walkeriana* utilizando como banco de dados o Scopus empregando a palavra-chave “*in vitro Cattleya walkeriana*” com o filtro da data entre 1999 a 2019. Foram encontrados 14 documentos com a primeira pesquisa em 1999 com análise até 2019 totalizando 21 anos de pesquisa. Obtiveram 11 anos sem qualquer pesquisa. No ano de 2011 foi o ano que obteve

maior média de 2,11 por documentos e no ano de 2012 a maior média de citação por autor. O repositório mais relevante foi o da Revista Ceres. As instituições que mais publica sobre o tema é UFV e a UFLA, instituições brasileiras e também o país que publica Os autores que obtiveram mais publicações são Adriano Bortolotti da Silva, Renato Fernandes Galdino Júnior e Eliana Gertrudes de Macedo Lemos. A palavra chave mais utilizada na pesquisa foi Orchidaceae. Existem três redes de colaborações entre autores que pesquisam sobre Micropropagação *in vitro* de *Cattleya walkeriana*.

PALAVRA-CHAVE: *Cattleya walkeriana*.
Cienciometria. Micropropagação *in vitro*.
Bibliometrix.Scopus.

SCIENTIOMETRIC ANALYSIS OF SCIENTIFIC RESEARCH ON *IN VITRO* MICROPROPAGATION IN *Cattleya* *walkeriana* FROM 1999 TO 2019

ABSTRACT: The species *Cattleya walkeriana* is native to the Cerrado and has ornamental and commercial potential. Micropropagation assists in the preservation *in situ* when commercialized. Scientometrics is a data compilation tool that assists in data compression and analysis. The data were quantified and analyzed using the Rstudio software that has quantification tools in scientometrics. One of these is Bibliometrix, providing the fastest and most practical scientometric analysis. A scientometric analysis was carried out on the *in vitro* Micropropagation research of *Cattleya walkeriana* using Scopus as a database using the keyword “*in vitro Cattleya*

walkeriana” with the date filter between 1999 and 2019. 14 documents were found with the first research in 1999 with analysis until 2019 totaling 21 years of research. They got 11 years without any research. In 2011 it was the year that obtained the highest average of 2.11 for documents and in 2012 the highest average citation per author. The most relevant repository was that of Revista Ceres. The institutions that publish the most on the subject are UFV and UFLA, Brazilian institutions and also the country that publishes. The authors who obtained the most publications are Adriano Bortolotti da Silva, Renato Fernandes Galdino Júnior and Eliana Gertrudes de Macedo Lemos. The most used keyword in the research was Orchidaceae. There are three networks of collaborations between authors who research on in vitro Micropropagation of *Cattleya walkeriana*.

KEYWORDS: *Cattleya walkeriana*. Scientometrics. Micropropagation in vitro. Bibliometrix. Scopus.

1 | INTRODUÇÃO

As plantas da família Orchidaceae são bastante conhecidas por apresentar ampla distribuição no mundo. A família Orchidaceae é a terceira que representa maiores números de família de plantas com flores (CHRISTENHUSZ & BYNG, 2016). São encontradas diretamente 25 mil na natureza e milhares de híbridos criados em laboratório pelo mundo (OLIVEIRA, OLIVEIRA & CARDOSO, 2019).

Fora do Brasil, as orquídeas são tidas como um dos mercados mais movimentado e dinâmico no ramo da floricultura, movimentando 20 bilhões de dólares por ano (SECEX/MDIC, 2014). Um considerável engajamento no cultivo de orquídeas para fins comerciais só aconteceu a partir do século XX, com as modificações de algumas técnicas de multiplicação dessas plantas, nessa época era muito pouco conhecido à forma de multiplicação e reprodução das orquídeas (ARDITTI & ERNST, 1992).

A participação brasileira no mercado global está voltada à pesquisa para possibilitar o aumento na produtividade e na capacidade de exportação aumentando a produção dessas plantas para atender o mercado exterior (GIACON, 2015). Em razão de esse produto ser comercializado pelo valor e o visual e estético, faz com que a floricultura busque melhorias nos seus padrões de cultivo para poder fazer com que essas plantas se tornem cada vez mais variada e com características mais específicas para atender o mercado que se torna cada vez mais exigente (CARVALHO et al., 2013).

Dos mais de 850 gêneros conhecidos na atualidade dentro da família Orchidaceae, *Cattleya* é um que se destaca entre esses gêneros (CHRISTENHUSZ & BYNG, 2016), sua flor possui particularidades somente do gênero que tem suma importância no atrativo de agentes polinizadores, apresenta uma cor exuberante e bem atrativa, tem importância na comercialização na floricultura brasileira e mundial e características únicas presentes nessa orquídea, com grande capacidade de duração da flor torna mais viáveis para o transporte de longa distância (CARDOSO; MARTINELLI & TEIXEIRA, 2016).

O gênero *Cattleya* é originário da América central e do Sul contendo cerca de 70 espécies naturais e por apresentar particularidades únicas é a uma das mais comercializada na atualidade (ZANENGA & COSTA, 2003).

As espécies da família Orchidaceae são tidas como as mais adaptadas do Reino Vegetal (PAULA & SILVA, 2001), por apresentar diversas formas adaptativas em diferentes ambientes. Podendo ser epífitas, terrestres, saprófitas ou litofíticas. A grande maioria das espécies tropical e subtropical possui hábitos epífitos isso quer dizer que são plantas que se desenvolvem sobre qualquer tipo de vegetal, nas orquídeas frequentemente sobre uma árvore (MAGALHÃES, 2017).

A espécie *Cattleya walkeriana* tem origem no Brasil mais especificadamente das regiões de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais e São Paulo e o bioma que se encontra presente nesses estados é o cerrado, de onde a espécie é nativa (LUCCHESI, 2004). Quando as espécies não são nativas, destroem a biodiversidade local, causa alterações dos ciclos, perca das características naturais dos ecossistemas atingidos e a transformação da fisionômica da paisagem natural, além de perdas econômicas consideráveis (SILVA et al., 2008).

A descrição da espécie foi feita por George Garnet em 1843, pertence ao grupo da Monocotiledônea, Classe Liliopsida, Ordem: Asparagales, família Orchidaceae, subfamília Epidendroidae, tribo Epidendrae, subtribo Laelinae (ROSSI, 2004). São vistas em quase todas as regiões do globo, exceto o deserto e os polos, é considera em maior número de espécies entre todos os vegetais, é conhecida cerca de 20.000 espécies divididas em 850 gêneros e mais de 30 mil híbridos.

Possui crescimento simpodial e são ditos como crescimentos apical limitado, descontínuo, desenvolvendo sempre novas gemas na base do rizoma, crescendo horizontalmente de forma contínua e exigindo divisão periódica (MAGALHÃES, 2017). É uma espécie que tem várias florações por ano (Figura 1), o florescimento ocorre no final do mês do março até o mês de junho. No ambiente nativo é encontrada em árvores e formações rochosas (SHIRAKI & DIAZ, 2012).

Considerada uma espécie de porte pequeno dentro gênero *Cattleya* com 15cm em média, pertencente ao grupo das *Cattleya* unifoliadas, raramente ocorrer pseudobulbos com duas folhas. São obovadas, suculento-coriáceas, tem o ápice arredondado, base obtusa, paralelinérvias com a nervura central presente. Os pseudobulbos são fusiformes e formados por três entrenós, sendo que a parte apical ocupa, em média, 64% da altura da porção caulinar. Sulcos longitudinais, bastante pronunciados. No rizoma, os entrenós são curtos, por isso os pseudobulbos são próximos uns aos outros (Figura 1). Raízes longas, grossas e ramificadas (SILVA & GUITIERRE, 2004).



Figura 1. Flor de *Cattleya walkeriana*.

Fonte: Google fotos.

O cerrado é considerado a 25ª área do planeta com maior diversidade do mundo e é de onde se origina a espécie analisada, nos últimos anos vem perdendo sua biodiversidade pela ação antrópica, por esse motivo a técnica de Micropropagação da orquídea torna-se de fundamental importância para a preservação da espécie nativa *in situ* (MEYER et al., 2016).

As sementes de orquídeas durante muito tempo acreditaram-se que não era viável, sendo sua replicação somente feita por meio de gemas ou partes semelhantes a gema (KERBAUY & HANDRO, 1980). As sementes são muito pequenas, isso torna o processo de multiplicação das plantas inviáveis para as plantas da família Orchidaceae. Por meio das técnicas de Micropropagação *in vitro* pode-se ter plantas altamente saudáveis e em grande escala (ARDITTI & ERNST, 1992). As sementes são microscópicas, geralmente precisam de substratos contaminados por fungos simbiotes para a germinação, com isso se torna impossível a germinação em grande escala, mas com as atuais técnicas de Micropropagação *in vitro* de orquídeas podem ser propagadas em grande escala (CARVALHO, 2009).

A técnica de Micropropagação de plantas é uma área importante da biotecnologia vegetal, como uma técnica que permite a produção de plantas em grande escala em um curto espaço de tempo, o que possibilita a formação de plantas saudáveis a partir do cultivo *in vitro* de sementes, brotos, segmentos nodais, folhas, pétalas com a retirada desses pequenos fragmentos da planta matriz é possível multiplicá-las rapidamente com a técnica de Micropropagação *in vitro* (PALÚ & HUNHOFF, 2015).

Com o atual comércio que retira essas orquídeas de forma predatória da natureza

a espécie estudada corre risco de extinção, a Micropropagação vem para auxiliar a manter essa espécie na natureza quanto para a comercialização (JÚNIOR *et al.*, 2011)

Segundo Spinak (1998) a cienciometria é utilizada e reconhecida por ser uma técnica que quantifica as produções da ciência nas mais diversas áreas, foram criadas novas técnicas para se desenvolver indicadores cienciométricos. Neste cenário e a partir das diversas evidências existente, a cienciometria pode proceder em dados viáveis que foram utilizados em variados programas na ciência, ponderando o crescimento ou paralisação de um específico campo de pesquisa e indicando a carência de apuração em algum campo da ciência (CALLON, COURTIAL & PENAN, 1995).

A análise cienciométrica também é utilizada para avaliar revistas de produção científicas, mensurando seu crescimento e o surgimento de novas tendências, preservando publicações, sendo muito eficaz em verificar lacunas de produção científicas (VANDI, 2002).

A cienciometria faz uma análise de tudo, e não específica nem um resultado dos trabalhos, é fundamental na organização dos critérios, abordagens, áreas, a partir disso se dimensionar a qualidade do processo científico. São definidos previamente os quesitos que estabeleceram o processo de investigação e mensuração (FERREIRA, 2002). A cienciometria estuda as formas de quantificar as produções da ciência, essa técnica sobrepõe-se a bibliometria por incluir as publicações e proporcionando uma maior visibilidade sobre os dados coletados, podendo ser utilizada junto a métodos analíticos, podendo ser utilizada para indicar um seguimento de pesquisar que necessita ser mais estudados (LAURINDO & MAFRA, 2010).

O banco de dados Scopus utilizado na análise é considerado mundialmente uma das maiores bases de dados de publicações científicas. Foi criado em três de novembro de 2004 e a empresa que o coordena é Elsevier Company. Em agosto de 2017 na sua última atualização, contava com 22.800 títulos com mais de 5.000 editoras internacionais, possui mais de 69 milhões de registros, são 1,4 bilhões de referências anexadas. Em todos os anos, são anexadas três milhões de novas publicações com 5.550 a cada dia (SCOPUS, 2017).

As análises cienciométricas possibilita verificar o conhecimento sobre determinado assunto, também permite compreender melhor a dinâmica e fluxo de publicação (VANTI, 2002). Em várias áreas da pesquisa existem lacunas do conhecimento, ao decorrer dos tempos pesquisadores trabalham com intuito de agregar mais informações para sua linha de pesquisa, e reduzindo essas lacunas. Existe uma unanimidade sobre os conhecimentos em Micropropagação *in vitro* de *Cattleya walkeriana* com as análises cienciometria (RODRIGUES & RODRIGUES, 2012).

O presente estudo utilizou a cienciometria para levantar dados sobre Micropropagação *in vitro* de *Cattleya walkeriana* no banco de dados Scopus. Tendo em vista a conservação da espécie nativa do cerrado e também considerando uma técnica na produção dessas plantas alinhando os estudos de revisão bibliográfica para mostrar aos estudantes que

existe uma lacuna sobre as plantas ornamentais nativas do cerrado.

No banco de dados Scopus foi possível fazer a análise cienciométrica sobre Micropropagação *in vitro* de *Cattleya walkeriana* para identificar as possíveis lacunas para redirecionar mais estudos para a área. Com a análise da cienciométrica para quantificar os dados é preciso a utilização de softwares para o uso prático da ferramenta (MATOS, 2019). Na utilização do software R que possui ferramentas de quantificação em cienciométrica uma dessas é a Bibliometrix, que consiste em um mapeamento científico proporcionando as análises cienciométricas mais rápidas e práticas (DOMINGUES *et al.*, 2018).

2 | METODOLOGIA

Na análise foi usado o banco de dados SCOPUS (www.scopus.com), é um banco de dados utilizado mundialmente na busca de dados nas mais diversificadas áreas do conhecimento, é um banco de dados disponibilizado para os estudantes da PUC-GO, faz um cadastro na plataforma “cafe” inserindo o e-mail institucional para fazer as buscas de artigos nas respectivas áreas, fácil de ser utilizado e engloba bastante publicação acadêmica, essas foram às características que ajudaram na escolha do Scopus como banco de dados usado para esse estudo.

Foi utilizado somente o Scopus como fonte de dados para realizar as pesquisas, com a intenção de evitar duplicidade nos dados encontrados, isso pelo fato que o Scopus possui comunicação com várias outras bases de dados, o risco de aparecerem publicações duplicadas seriam bem alta com a utilização de mais banco de dados. Segundo o site do Scopus, é um instrumento de pesquisa, que reúne literaturas acadêmicas em diversos idiomas, anexadas aos mais diferentes tipos de dados científicos em várias áreas dos conhecimentos, auxiliando nas pesquisas das publicações acadêmicas com maior relevância.

Para realizar a análise cienciométrica foram baseados na metodologia utilizada por (MATOS, 2019), com modificações adequadas para o tema abordado, sendo: escolher o banco de dados, definir o critério de pesquisa, coletar os dados, tratamento dos dados, limpeza dos dados, construção de tabelas e gráficos e interpretação dos resultados. As coletas foram realizadas durante cinco meses, iniciando na data 13 de fevereiro e finalizando 25 de maio de 2020.

Para acessar a base de dados do Scopus, inserir-se no campo de navegação do periódico Capes na área na busca o nome do banco de dados (Scopus), e logo em seguida o navegador irá redirecionar o acesso a página desejada. Os resultados no Scopus foram inseridos usando palavra-chave Micropropagação e suas técnicas de acordo com o tema abordado. A base de dados possui alguns filtros de pesquisa, tais esses como e os que foram utilizados na pesquisa: data, palavra-chave e tipos de documentos. O filtro “data” foi utilizado entre 1999 e 2019 evitando percas de publicação, pois, antes de 1999 não

tem publicação sobre o tema pesquisado. Esses critérios servem para dimensionar e a quantificar a pesquisa.

Na pesquisa foram utilizadas 11 palavras chaves que são elas Micropropagação e Micropropagation *in vitro* “*Cattleya walkeriana*”, Germinação e Germination *in vitro* “*Cattleya walkeriana*”, Propagação e Propagation *in vitro* e “*Cattleya walkeriana*” e *in vitro* “*Cattleya walkeriana*”. Foi utilizada todas essas palavras chaves por causa da pouca quantidade de artigos encontrados e a palavra chave que abrangia as demais foi *in vitro* “*Cattleya walkeriana*”. A palavra Micropropagação e suas técnicas e “*Cattleya walkeriana*” foram usadas uma por abranger as formas de produção de orquídeas e a outra se trata de uma espécie específica de orquídea. E *in vitro* foi utilizada demonstrando a forma de cultivar orquídeas visando uma produção em larga escala de *Cattleya walkeriana*.

As aspas foram utilizadas na palavra chaves “*Cattleya walkeriana*” para filtrar os resultados, esse recurso faz com que apareça nos resultados da pesquisa no Scopus somente as publicações que possui em seu texto todo o conjunto de palavras contidas entre as aspas.

Com a utilização dessa função, quase não há o aparecimento de várias publicações que não teve os dados coletados sobre Micropropagação *in vitro* *Cattleya walkeriana*, esse recurso melhora a coleta dos dados apesar dessa realização confiável é necessária averiguação se os artigos trazem dados somente do que foi pesquisado, portanto foi feita a leitura dos resumos de todos os artigos.

Depois da realização das filtrações dos artigos, as análises foram compiladas utilizando o programa Bibliometrix, uma “biblioteca” do software Rstudio. Estudos que oferecem um conjunto de ferramentas para pesquisas quantitativas em bibliometria e cienciometria (ARIA & CUCCURULLO, 2017). A Bibliometrix importa dados do Scopus permitindo criar rede de citação, compilação, colaboração científica e análise conjunta (MATOS, 2019). A compilação dos documentos filtrados foi realizada em formato bib, para ser feitas as análises.

3 | RESULTADOS

Com a busca foram encontrados 14 resultados para produção científica na base de dados Scopus para Micropropagação *in vitro* de *Cattleya walkeriana* no período de 1999 a 2019. Com a busca das palavras chaves Micropropagação e Micropropagation *in vitro* “*Cattleya walkeriana*”, Germinação e Germination, *in vitro* “*Cattleya walkeriana*”, Propagação e Propagation *in vitro* “*Cattleya walkeriana*” e *in vitro* *Cattleya walkeriana* foram encontrados os mesmos artigos usados nas palavras chave e a palavra chave *in vitro* *Cattleya walkeriana* que englobava as demais. Com a leitura dos 14 resumos mostra que corresponderam com o objetivo da pesquisa, que utilizava a técnica de Micropropagação *in vitro* de *Cattleya walkeriana*. Com isso para melhor englobar a pesquisa foi usado somente

a palavra chave *in vitro* *Cattleya walkeriana* para realizar a importação no formato bib, com as informações de 14 artigos de produção científica sobre Micropropagação *in vitro* de *Cattleya walkeriana*.

Com a compilação dos dados foram geradas planilhas com título do documento, ano de publicação, área de conhecimento, autor (es) de todos os 14 artigos. O primeiro artigo publicado sobre Micropropagação *in vitro* de *Cattleya walkeriana* foi em 1999 (Tabela 1). O total de artigos identificados foram de 12 fontes diferentes que foram publicados em Revistas e Livros. A média de citação de todos os documentos foi 8,45 com o total de 55 autores que pesquisam sobre Micropropagação *in vitro* de *Cattleya walkeriana*. Com a média de documento publicado por autor de 0,25 mostrando que a média de colaboração de 3,93 isso mostra que existem uma maior quantidade de autores fazendo publicação em colaboração. Foram encontrados zero autores com publicações únicas (Tabela 1).

<i>Descrição</i>	<i>Resultados</i>
<i>Documentos</i>	14
<i>Fonte (revistas)</i>	12
<i>Palavras-chaves dos autores (DE)</i>	41
<i>Período</i>	1999-2019
<i>Média de Citação por documentos</i>	8,45
<i>Autores</i>	55
<i>Aparições do autor</i>	68
<i>Documentos de autoria única</i>	0
<i>Média de citação por ano</i>	0,83
<i>Média de Autores por documentos</i>	0,25
<i>Média do índice de colaboração</i>	3,93

Tabela 1. Médias e números absolutos das descrições gerais das informações encontradas nas pesquisas sobre Micropropagação *in vitro* de *Cattleya walkeriana* do ano de 1999 a 2019 no Banco de dados Scopus.

4 | CONCLUSÕES

Foram encontrados 14 documentos sobre Micropropagação *in vitro* de *C. walkeriana*, disponíveis na base de dados Scopus todos são artigos;

A primeira publicação envolvendo Micropropagação *in vitro* de *C. walkeriana* foi no ano de 1999, entre os anos de 1999 a 2019 com 21 anos de pesquisas realizadas;

O periódico mais relevante com um maior número de publicações significativas sobre Micropropagação *in vitro* de *Cattleya walkeriana* foi a Revista Ceres.

A produção científica sobre Micropropagação *in vitro* de *C. walkeriana* durante os anos de 1999 a 2019 foi inconstante, tendo variações ao longo dos anos. O pequeno crescimento linear deu-se no ano de 2012 não se manteve estável nos anos posteriores;

Média de citações por documentos foi de 8,45;

Ao longo de 21 anos de análise, a média de citação dos documentos foi variável, tendo maior destaque no ano de 2012 com a média de citação de 3,77;

Os autores mais importantes e com mais publicações envolvendo Micropropagação in vitro de *Cattleya walkeriana* foram Adriano Bortolotti da Silva, Renato Fernandes Galdino Júnior e Eliana Gertrudes de Macedo Lemos;

O Brasil é o país que mais publica sobre Micropropagação in vitro de *C. walkeriana*;

A maioria dos trabalhos envolvendo Micropropagação in vitro de *C. walkeriana* foram realizados nas instituições brasileiras, as instituições que mais destacaram-se foram a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e a Universidade Federal de Lavras (UFLA);

As palavras-chave mais utilizadas foram Orchidaceae, *Cattleya walkeriana* e Orchid (s);

Foi possível identificar três Network entre 4 e 2 autores relacionados entre si;

REFÊRENCIAS

ÁRIA, M.; CUCCURULLO, C. **Bibliometrix: Uma ferramenta R para análise abrangente de mapeamento científico**. *Journal of Informetrics*, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017.

ARDITTI, J.; ERNST, R. **Micropropagation of orchids**. New York: John Wiley, p. 682 1992.

CARDOSO, J. C.; MARTINELLI, A.; TEIXEIRA, J. D. S. **A novel approach for the selection of *Cattleya* hybrids for precocious and season-independent flowering**. *Euphytica*, v. 210, n. 1, p. 143-150, 2016.

CARVALHO, A. C. P. P.; TOMBOLATO, A. F. C.; RODRIGUES, A. A. J.; SANTOS, E. O.; SILVA, F. **Panorama da cultura de tecidos no Brasil com ênfase em flores e plantas ornamentais**, p. 37-35 2009.

CALLON, M.; COURTIAL, J. P.; PENAN, H. (org.) **Cienciometría: La Medición de la Actividad Científica, de la Bibliometría a la Vigilancia Tecnológica**. Gijón: Trea, p. 110 1995.

CHRISTENHUSZ, M. J. M.; BYNG, J. W. **The number of known plants species in the world and its anual increase**. *Phytotaxa*, v. 261, n. 3, p. 201-217, 2016.

Referências Bibliográficas 25

DIGNART, S. L.; CASTRO, D. E. M.; PASQUAL, M.; FERRONATO, A.; BRAGA, F. T., PAIVA, R. **Sunlight and sucrose concentrations on in vitro culture of *Cattleya walkeriana***. *Ciencia e Agrotecnologia* 2009.

DOMINGUES, M. A.; BIANCHINI, I. M. E., SANTOS, L. A. C. D., RUSSO, S. L.; LUCENA, S. E. F.; SILVA, P. D. **Mapeamento da ciência com o pacote r bibliometrix: uma aplicação no estudo de empreendedorismo acadêmico**. In: **9th International Symposium on Technological Innovation**, 2018.

FERREIRA, N. S. A. **As pesquisas denominadas “estado da arte”**. *Educação & Sociedade*, Campinas, n. 79, p. 257-272, 2002.

GIACON, M. G. **Fertirrigação nitrogenada na cultura do gladiolo (*Gladiolus hortulanus*) L. cv.** Amsterdam. Dourados: UFGD, 2015.

JÚNIOR, R. F. G.; PEDRINHO, E. A. N.; CASTELLAME, T. C. L.; LEMOS, E. G. D. M. **Auxin-producing bacteria isolated from the roots of *Cattleya walkeriana*, and endangered Brazilian orchid, and their role in acclimatization.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo* n° 3. vol.35 Viçosa, 2011.

KERBAUY, G. B.; HANDRO, W. **Estudo do desenvolvimento in vitro de embriões de orquídeas In: ECNTO NACIONAL DE ORQUIDÓFILOS E ORQUIDÓLOGOS**, 1., 1980, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Editora expressão e Cultura, p. 145-152, 1980.

LAURINDO, R.; MAFRA, T. **Cienciometria da revista Comunicação & Sociedade identifica interfaces da área.** *Comunicação & Sociedade*, v. 31, n. 53, p. 233-260, 2010.

LUCCHESI, C. **A pequena perfumada. Como Cultivar Orquídeas**, São Paulo, n. 10, p. 18-25, 2004.

MAGALHÃES, S. C. **Cultura de Orquídeas. Centro Paulista de Estudos Agropecuários (Cpea)**, São Paulo, p. 7-9, 2017.

MATOS, L. A. **Dinâmica Colaborativa entre Autores e Países no Ensino de Genética.** Dissertação (Programa de Pós-Graduação STRICTO SENSU em Genética) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2019.

MEYER, S. T.; CASTRO, S. R.; FERNANDES, M. M.; SOARES A. C.; FREITAS, G. A. D. **Heavy-metal-contaminated industrial soil: Uptake assessment in native plant species from Brazilian Cerrado.** *International journal of phytoremediation*, v. 18, n. 8, p. 832-838, 2016.

OLIVEIRA, B. C. D.; OLIVEIRA, M. E. B. S. D.; CARDOSO, J. C. C. Feasibility of the method for orchid in vitro rooting using liquid and chemical sterilized culture médium under diferente sucrose concentration. *Ornamental horticulture*. v. 25, n. 3, p. 263-269, 2019.

PALÚ, E. G.; HUNHOFF, V. L. Micropropagação na fruticultura. *Revista MT Horticultura*, Tangará da Serra - MT, v. 1, n. 1, p. 012-015, 2015.

PAULA, C. C.; SILVA, H. M. P. **Cultiva prático de orquídeas**. 2. Ed. Viçosa: UFV, p. 63, 2001.

RODRIGUES, J. S.; RODRIGUES, F. **Genética Humana: tendências na produção científica nos últimos onze anos.** *Revista EVS-Revista de Ciências Ambientais e Saúde*, v. 39, n. 3, p. 353-362, 2012.

RODRIGUES, D. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; DIAS, J. M. M.; OTONI, W. C.; VILLANI, E. M. A. **In vitro cultivation of orchid seedlings in media with different concentrations of mineral fertilizer.** *Revista Ceres* 2012.

SANTOS, E. O.; SILVA, F. **Panorama da cultura de tecidos no Brasil com ênfase em flores e plantas ornamentais.** In: JUNGHANS, T. G.; SOUZA, A. S. Aspectos práticos da micropropagação de plantas. Brasília, DF: Embrapa, 407 p. 2013.

SCOPUS [Internet]. Elsevier; 2017. Disponível em:< <https://www.elsevier.com/?a=69451> >. Acesso em: 20/05/20.

SECEX/MDIC (**Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior**) 2014.

SILVA, C. I. D.; GUTIERRE, M. A. M. **Caracterização morfo-anatômica dos órgãos vegetativos de *Cattleya walkeriana* Gardner (Orchidaceae)**. Acta Scientiarum. Biological Sciences Maringá, v. 26, no. 1, p. 91-100, 2004.

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. **Caracterização climática do Bioma cerrado**. In: CID, SANO, S. M.; ALMEIDA, S. M.; RIBEIRO, J. F. (Editores). CERRADO: Ecologia e flora. Embrapa cerrado – Brasília, DF; Embrapa informação tecnológica, 2008.

ROSSI, L. **Considerações sobre *Cattleya walkeriana***. Disponível online em: <http://www.acw.arvore.com.br/artconsidercwgardener.html> 2004. Acesso em: 02 de maio 2020.

SHIRAKI, J. N.; DIAZ, E. M. **Orquídeas, Prefeitura do Município de São Paulo, SP;. Curso Municipal de Jardinagem**, 2012.

SPINAK, E. **Indicadores cienciométricos**. Ci. Inf., Brasília, v. 27 n. 27, n. 2, p. 141-148, maio/ago. 1998.

VANTI, N. A. P. **Da bibliometria à webmetria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento**. Ciência da informação, v. 31, n. 2, p. 152-162, 2002.

ZANEGA G. R.; COSTA, C. G. **Anatomia foliar de quatro espécies do gênero *Lindl.* (Orchidaceae) do Planalto Central Brasileiro**. Acta Botânica Brasileira, São Paulo, v. 1, p. 101-118, jan\abr. 2003.

CAPÍTULO 10

INVESTIGANDO O CONCEITO DE CÉLULA ENTRE INGRESSANTES DE UM CURSO SUPERIOR EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 13/08/2021

Mirley Lucine dos Santos

Universidade Estadual de Goiás, Câmpus
Central - Sede: Anápolis Ciências Exatas e
Tecnológicas
Anápolis - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/4037739389334742>

RESUMO: A falta de experiência com a visão das células ao microscópio e a abordagem didática utilizada no ensino, frequentemente restrita ao uso de representações esquemáticas ou imagens planas veiculadas em livros didáticos, tem levado a formação de uma concepção empobrecida e memorística da célula e de seus constituintes. O presente estudo objetivou investigar as concepções de estudantes em um curso de licenciatura em Ciências Biológicas sobre célula, e propor estratégias que favoreçam a construção de um conceito científico de célula por meio da investigação, da experimentação e da modelagem. Para tanto, foi proposta uma atividade diagnóstica a 121 acadêmicos, ingressantes nos semestres letivos de 2016, 2017 e 2018, utilizando desenhos da célula animal e vegetal. Os desenhos variaram em relação ao formato e composição de organelas, sendo que a animal apareceu com maior riqueza de organelas e formato redondo. Já na célula vegetal, poucas organelas foram representadas, predominando o formato retangular. Os desenhos

foram muito similares às imagens presentes nos livros didáticos, remetendo a uma visão estanque de célula. À partir dessa atividade diagnóstica, diversas estratégias foram adotadas, no intuito de promover a construção de um conceito científico de célula que levasse em consideração a diversidade de formatos e de dimensões celulares por meio da observação ao microscópio óptico, a modelagem, a inclusão da História da Ciência no debate sobre o desenvolvimento das ferramentas e das técnicas no estudo e compreensão da célula, além da confecção de álbum digital como produto final da disciplina. A conclusão é que ao ingressarem no ensino superior, os estudantes ainda carecem de uma conceituação de célula, e que a diversidade de estratégias utilizadas no ensino, o levantamento de conhecimentos prévios, a abordagem investigativa e a promoção da discussão sobre o tema, considerando aspectos da História da Ciência favorecem uma (re)construção mais significativa do conceito pelos estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: Conceito de célula, concepções dos estudantes, estratégias didáticas, ensino sobre a célula.

INVESTIGATING THE CONCEPT OF CELL AMONG UNDERGRADUATE STUDENTS OF A BIOLOGICAL SCIENCES COURSE

ABSTRACT: The lack of experience with the microscopic view of cells and the didactic approach used in teaching, often restricted to the use of schematic representations or flat images conveyed in textbooks, has led to the formation of an impoverished and memoristic conception of the cell and its constituents. The present study aimed

to investigate the conceptions of students in an undergraduate course in Biological Sciences about the cell, and to propose strategies that favor the construction of a scientific concept of the cell through investigation, experimentation, and modeling. To this end, a diagnostic activity was proposed to 121 academics, entering in the 2016, 2017 and 2018 academic semesters, using drawings of the animal and plant cell. The drawings varied in relation to the shape and composition of organelles, and the animal cell appeared with a greater wealth of organelles and a round shape. In the plant cell, on the other hand, few organelles were represented, with a predominantly rectangular shape. The drawings were very similar to the images in the textbooks, suggesting a closed vision of the cell. Based on this diagnostic activity, several strategies were adopted, in order to promote the construction of a scientific concept of cell that took into account the diversity of cell shapes and dimensions through observation under the optical microscope, modeling, the inclusion of the History of Science in the debate about the development of tools and techniques in the study and understanding of the cell, and the making of a digital album as the final product of the discipline. The conclusion is that when entering higher education, students still lack a conceptualization of the cell, and that the diversity of strategies used in teaching, the survey of prior knowledge, the investigative approach and the promotion of discussion on the subject, considering aspects of the History of Science favor a more significant (re)construction of the concept by students.

KEYWORDS: Concept of cell, students' conceptions, didactic strategies, teaching about the cell.

1 | INTRODUÇÃO

O conceito de célula se destaca no conjunto de conhecimentos científicos importantes dentro da Biologia, compreendendo um dos seus fundamentos, o de que todos os seres vivos são formados por células (FRANÇA, 2015). Mas, a apreensão desse conceito tem uma abrangência maior, ao envolver a necessidade de uma educação científica que possibilite ao estudante exercer sua cidadania em decisões que requeiram conhecimento científico a respeito da célula e de sua manipulação, como por exemplo, a terapia gênica, ou o uso de células tronco, ou ainda, a inserção de genes modificados em um dado organismo, entre tantos outros processos e inovações que envolvem a sociedade, a ciência e a tecnologia.

No entanto, o que se observa é a falta de compreensão do conceito, que tem sido considerado abstrato e de difícil compreensão para os estudantes nos diferentes níveis de ensino (ARAÚJO-JORGE et al., 2004; YOREK; SAHIN; UGULU, 2010; FRANÇA, 2015). A abordagem descontextualizada e destituída de sentido, frequentemente utilizada no ensino da célula e de seus constituintes, tem sido apontada como um dos motivos que tem levado à formação de uma concepção fragmentada, mecânica e memorística da célula.

De acordo com Borges (1997), as dificuldades de compreensão e de interpretação do mundo vivo em função dos problemas de conceitualização, relativos à estrutura e ao funcionamento celular, aparecem em vários trabalhos destinados a investigar as representações dos estudantes em aspectos distintos da Biologia. Nesse sentido, o objetivo desse artigo foi investigar as concepções de estudantes ingressantes em um curso

de licenciatura em Ciências Biológicas sobre célula, e propor à partir desse diagnóstico, estratégias de ensino que possibilitassem / ampliassem a construção de conhecimentos sobre a célula, de modo especial, a célula vegetal.

2 | O CONTEXTO DA PESQUISA

Enquanto docente em um curso de licenciatura em Ciências Biológicas, e responsável por ministrar uma disciplina de Anatomia e Organografia Vegetal, tenho me deparado há anos com turmas de estudantes que, ao ingressarem na Universidade, demonstram pouco conhecimento sobre a célula, seja em relação à sua constituição estrutural, funcionamento ou diversidade. É ainda recorrente a dificuldade em distinguir uma célula animal da vegetal ou da célula eucarionte da procarionte. Por vezes, há confusão entre as definições de célula e tecido, como por exemplo, dirigir-se à parede celular como sendo a epiderme ou vice-versa.

Parte dessa deficiência, atribuo à dificuldade dos estudantes em compreender a natureza microscópica da célula, como consequência do pouco ou nenhum contato com o microscópio ao longo de sua vida escolar, já que não é comum a presença de laboratórios equipados com microscópios nas escolas das redes de ensino brasileiras, sobretudo nas públicas. Outro ponto a ser considerado é o modelo de célula apresentado no livro didático aos estudantes, nas diferentes séries cursadas. Esse modelo de célula, em especial a animal e a vegetal, é construído à partir de figuras que levam à crença de que todas as células são iguais, não havendo, por exemplo, diversidade morfológica ou funcional entre células constituintes de um mesmo organismo multicelular, como é o caso do vegetal. Além disso, raramente são apresentadas medidas ou escalas nas imagens, o que pode dificultar ainda mais, a compreensão da natureza microscópica da célula.

Desse modo, existe uma inquietação em relação a formação dos licenciandos, no intuito de promover uma formação científica que proporcione as habilidades necessárias para o exercício da profissão docente. Nesse contexto, buscou-se diagnosticar e avaliar os conhecimentos prévios dos ingressantes no Curso, afim de que fossem planejadas e aplicadas estratégias didáticas diversificadas que pudessem abordar o ensino da célula vegetal de modo contextualizado, investigativo e prático, contribuindo para que houvesse uma apropriação desse conceito científico de forma mais significativa pelos licenciandos.

3 | O PERCURSO METODOLÓGICO

O estudo foi desenvolvido no âmbito de um curso de Ciências Biológicas, ofertado em uma Instituição de Ensino Superior pública no estado de Goiás, na modalidade licenciatura e período integral. O licenciando cursa oito semestres, sendo a disciplina de Anatomia e Organografia Vegetal oferecida no primeiro semestre do curso. A disciplina conta com

carga horária semestral de 72 horas, sendo dividida em horas teóricas e práticas. As aulas práticas são desenvolvidas nos laboratórios de microscopia e biodiversidade.

A coleta de dados ocorreu consecutivamente, nos semestres letivos de 2016, 2017 e 2018, totalizando seis semestres. Ao todo cursaram a disciplina e participaram da atividade diagnóstica 121 acadêmicos. A atividade diagnóstica consistiu em entregar aos estudantes, na primeira semana de aulas do semestre, uma folha impressa com dois quadros. Foi solicitado que elaborassem nos quadros, dois desenhos, um representando uma célula animal e outro, uma célula vegetal. Para uma dessas turmas, totalizando 19 estudantes, solicitou-se que elaborassem conjuntamente ao desenho, um pequeno texto sobre a diferenciação entre uma célula animal e vegetal. Nenhuma informação adicional foi dada, a não ser esclarecimentos sobre o objetivo da pesquisa e a confidencialidade dos nomes dos autores dos desenhos.

Os desenhos foram recolhidos e analisados, buscando-se a construção de categorias, conforme sua representação e frequência. A expressão de ideias por meio de desenhos permite a captação de uma informação, sem que seja necessária a expressão verbal (GARRIDO; MEIRELLES, 2014). Utilizou-se também na análise do texto, a construção de categorias, sendo os dados tabulados e organizados em figuras e tabelas.

4 | A CÉLULA VEGETAL NA CONCEPÇÃO DOS ESTUDANTES

Ao todo participaram da pesquisa 121 acadêmicos, cujas idades variavam dos 16 aos 30 anos. Nessa instituição, a maioria dos alunos ingressantes é oriunda da rede pública de ensino, abrangendo ingressantes selecionados no sistema de vestibular e Sistema de Avaliação Seriado (SAS). A análise dos desenhos apontou que dos 121 estudantes que participaram da pesquisa, 82 representaram uma célula animal e 58 uma célula vegetal. Ao compararmos os dois desenhos solicitados para cada estudante, apenas 43 conseguiram representar células vegetais que apresentassem elementos distintivos de uma célula animal, tais como a presença da parede celular, vacúolo ou cloroplastos. Outros 31 estudantes elaboraram um desenho que não correspondia a uma célula animal, enquanto 46 elaboraram um desenho sem as características de uma célula vegetal, ou mesmo representaram outros tipos celulares, tais como de uma bactéria e protozoário. Oito estudantes não desenharam a célula animal, enquanto 17 não desenharam a célula vegetal.

Entre os estudantes que representaram uma célula animal e vegetal, observou-se que os desenhos mostraram-se muito similares às imagens presentes nos livros textos, que tendem a levar a construção de uma concepção estereotipada de célula, sem noção de diversidade e tridimensionalidade (Figura 1).

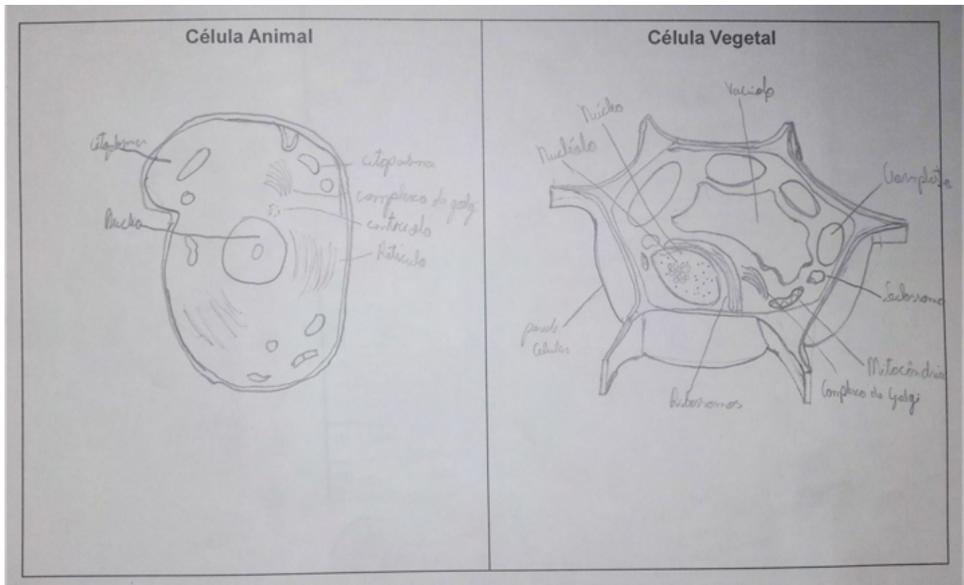


Figura 1. Exemplo de representação de célula animal e vegetal elaborada por acadêmico ingressante no primeiro período de um Curso de Ciências Biológicas de uma Instituição de Ensino Superior pública no estado de Goiás.

A falta de diversidade em relação ao estudo da célula é explicado, segundo Clément (2007), pela introdução do assunto na escola, com base em dois modelos de ensino: a célula animal e a célula vegetal. Para o autor, as razões para que esses modelos persistam em materiais didáticos e não se apresentem, por exemplo, os vários modelos de células existentes na pesquisa biológica, estão relacionadas a aspectos pedagógicos e sociológicos. A justificativa pedagógica estaria no fato de que esses modelos são mais fáceis de serem observados em sala de aula por meio de microscopia óptica. Do ponto de vista sociológico, a utilização desses dois modelos, refere-se à própria divisão entre a zoologia e a botânica, na história da biologia, sendo uma forma pela qual os dois campos se mantêm representados no ensino (CLÉMENT, 2007).

Os resultados da análise dos desenhos, quanto a frequência dos formatos das células e dos constituintes celulares presentes são apresentados na Tabela 1.

Formato/ Organelas representadas	Célula Animal	Célula Vegetal
Retangular	0	20
Hexagonal	0	18
Redondo	82	11
Quadrado	0	05
Oval	0	04
Núcleo	76	46
Membrana Plasmática	54	17
Parede celular	13	34
Cloroplasto	01	26
Mitocôndria	39	21
Vacúolo	04	19
Retículo Endoplasmático Liso	30	14
Retículo Endoplasmático Rugoso	22	10
Complexo de Golgi	38	11
Ribossomos	33	10
Centríolos	13	07
Lisossomos	14	04

Tabela 1. Frequência de formatos e constituintes celulares apresentados nos desenhos elaborados pelos ingressantes em um curso de licenciatura em Ciências Biológicas.

Fonte: Elaborado pela autora.

Como observado na Tabela 1, os desenhos variaram em relação ao formato e composição de organelas para ambas as células, sendo que a animal apareceu, de modo geral, com maior riqueza de organelas representadas e formato redondo. Já a célula vegetal, foi desenhada com vários formatos, predominando o retangular (Tabela 1). Autores como Yorek, Sahin e Ugulu (2010) relatam que os conteúdos de células animais aparecem mais nos livros didáticos da escola básica, por isso, os estudantes representam mais essas células do que as células vegetais, incluindo a forma redonda e retangular.

Outro aspecto que chama a atenção é que apenas 43 (35,5%) estudantes conseguiram elaborar desenhos em que foi possível verificar uma distinção entre as células animal e vegetal. Também foi muito significativo, o fato dos estudantes representarem a célula vegetal só com parede celular e núcleo, em detrimento da animal, representada por várias organelas e membrana. Para Zamora e Guerra (1993 apud YOREK; SAHIN; UGULU, 2010), os alunos distinguem o núcleo do citoplasma, mas confundem, ainda, membrana plasmática com a parede celular, além de descreverem pobremente as organelas.

Observou-se, com frequência, que apenas a parede celular era representada nos desenhos da célula vegetal, enquanto na animal, aparecia a membrana plasmática, levando a interpretação de que a parede celular era o único envoltório na célula vegetal.

É possível que exista a concepção entre os estudantes, de que uma das diferenças entre uma célula animal e vegetal seja a presença de membrana na animal e parede na vegetal. Uma possível explicação para essa concepção é o reforço dado durante as aulas, e mesmo no material didático, da presença da parede como uma característica da célula vegetal, o que poderia levar o estudante a construir uma concepção errônea de que a membrana plasmática estivesse presente somente na célula animal.

Durante as aulas práticas, ao visualizar a célula vegetal ao microscópio óptico, ou mesmo olhando para uma fotomicrografia no livro didático, o estudante não irá observar a membrana plasmática, que só é visualizada em microscopia eletrônica. Esse pode ser um dos motivos pelos quais o estudante é levado a acreditar que a célula vegetal não tem membrana, já que durante a observação de células, por exemplo da epiderme da cebola, muito comum nos livros didáticos e nas práticas dos professores, cora-se a parede celular sem a observação da membrana. Cabe a nós, professores, elucidarmos e discutirmos com os estudantes, as imagens geradas nos diferentes tipos de microscópios, as técnicas de coloração e preparação de material para microscopia, e mesmo a interpretação das imagens que estão apresentadas no material didático.

Sobre o texto produzido, 12 estudantes (63%) conseguiram diferenciar os dois tipos celulares, sendo que desses, apenas seis caracterizaram com maior riqueza de detalhes, apontando a parede celular, o vacúolo e os cloroplastos entre as características distintivas dessas células. Dos sete estudantes que não souberam diferenciar, três descreveram a célula vegetal como sendo procariótica.

Sendo a célula microscópica, sua presença e observação não é tão óbvia para os estudantes. Mesmo de posse de livros de Biologia e outros materiais didáticos, que contém fotografias, desenhos ou esquemas das células, de sua estrutura e componentes, os estudantes ainda possuem dificuldades para interpretar ou desenhar, devido ao alto grau de abstração e complexidade desse conceito (BEZERRA et al., 2015).

Assim, de modo geral, o ensino sobre a célula, e em especial a célula vegetal, não tem conseguido superar esses obstáculos cognitivos dos estudantes, em parte devido a pouca vivência com a célula, considerando a sua natureza microscópica, além da forma como ela tem sido tratada nos livros didáticos, bem como nossa falta de habilidade em trabalhar a interrelação de seu funcionamento, por exemplo, focando mais na sua estrutura e nomes de organelas, o que tem levado a uma aprendizagem memorística e destituída de significado para o estudante. Segundo Rovira e Sanmartí (1998), “o conceito no contexto escolar deve ser ao mesmo tempo cientificamente correto e didaticamente potente para permitir a aprendizagem dos alunos, não se tornando obstáculos nesse processo. Assim, conforme afirma Vygotsky (2010),

no processo de formação dos conceitos, quando os assuntos são abstratos ou para os quais o aprendiz não apresente referente concreto (exemplos), o ensino precisa ser efetivamente mediado, a fim de contribuir para a formação

dos conceitos científicos a partir dos espontâneos.

O conceito científico, segundo Castro et al. (2016) “é construído mediante operações lógicas em que o sujeito vai decompondo traços dos eventos/objetos na sua totalidade, considerando atributos selecionados para tal conceito (forma e tamanho celular, por exemplo)”. É, portanto, um processo gradual e dialético, baseado em descobrimento, na busca de novas informações, na construção individual ou coletiva de respostas para problemas trazidos da vida cotidiana e/ou escolar. Assim, concordamos com Castro et al. (2016), que quando o estudante não tem conhecimento prévio sobre determinado conceito ou conteúdo, como no caso da célula, é necessário que o professor, ainda que na universidade, favoreça a formação desse conhecimento.

Portanto, torna-se imprescindível a mediação do professor, proporcionado ao estudante o contato com diferentes recursos e estratégias que o auxiliem nesse processo gradual de construção do conceito científico de célula. Atividades que promovam o levantamento dos conhecimentos prévios, como o diagnóstico realizado no presente estudo, poderão auxiliar o professor no planejamento das intervenções a serem realizadas, considerando aquilo que o estudante já sabe, e as concepções que podem ser um obstáculo para a aprendizagem. À partir daí, uma gama de estratégias podem ser utilizadas, como o uso do microscópio óptico para a observação de diferentes tipos celulares, a manipulação de modelos construídos pelos próprios estudantes, a análise de imagens de células com diferentes escalas, a construção de jogos, a discussão de textos, entre tantas outras possibilidades.

5 | PROPONDO ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO DA CÉLULA VEGETAL

A partir do diagnóstico, diversas estratégias foram adotadas no intuito de auxiliar os estudantes no processo de construção gradual de um conceito, que o ajude na compreensão da estrutura e funcionalidade da célula, enquanto unidade morfofuncional dos seres vivos, com vistas a contribuir para a sua formação na sequência do curso. Algumas dessas estratégias de ensino são descritas a seguir:

5.1 Aulas Práticas com a observação da célula vegetal ao microscópio óptico

É de extrema importância que os estudantes manipulem o microscópio óptico durante sua formação acadêmica. Não raro, deparamo-nos com professores de Ciências e Biologia que tem dificuldade em manusear o microscópio óptico, protelando por vezes, utilizá-lo em suas aulas práticas. Além disso, o uso do microscópio óptico é fundamental para que o estudante possa materializar a visão da célula, já que predominantemente ele a conhece apenas por meio de figuras apresentadas nos livros didáticos.

Apresentar ao estudante diferentes materiais vegetais, não se limitando a apenas um tipo celular, é outra necessidade no ensino da célula vegetal. Para tanto, sugiro o uso

de materiais vegetais diversificados, utilizando diferentes cortes e colorações no preparo das lâminas. Assim, utilizar vegetais de fácil acesso, como a elodea (*Elodea* sp, planta aquática - visualização da célula epidérmica, parede, núcleo e cloroplastos), a cebola (*Allium cepa* - visualização da célula epidérmica, parede e núcleo), a folha da trapoeraba roxa (*Tradescantia* sp - células epidérmicas e estômatos, visualizando o formato reniforme das células-guarda), da batata-inglesa (*Solanum tuberosum*, célula parenquimática e grãos de amido), pêra (*Pyrus communis* - esclereídeos na polpa), pimentões (*Capsicum* sp – célula com cromoplastos), tricomas uni e multicelulares em folhas, cortes de caules e pecíolos para evidenciar células de xilema e fibras, realizando inclusive, a técnica da maceração, para que o estudante possa visualizar as células individualizadas. A observação desses tecidos e de suas células constituintes, chamando a atenção para a diversidade morfológica, irá contribuir sobremaneira para a compreensão da célula, sua forma e função, em cada um dos diferentes tecidos vegetais.

5.2 Modelagem

O modelo didático tem sido apontado como recurso facilitador da aprendizagem, pois permite a visualização e manipulação de estruturas, possibilitando ao estudante sair do abstrato para uma ideia mais próxima do real. Como já discutido, os estudantes apresentam dificuldade em entender o que é célula, os diferentes tipos existentes, as organelas presentes, suas funções, entre outras características. Um exemplo dessa problemática, evidenciado na atividade diagnóstica, é a quantidade de vezes que os alunos representam as células como sendo círculos e retângulos, ao invés de esferas ou cilindros e prismas. Como o ensino da célula, frequentemente, fica restrito ao livro didático, a bidimensionalidade das figuras apresentadas pode dificultar o entendimento dos estudantes (SOUZA; FARIA, 2011).

Nesse contexto, o papel dos modelos didáticos não se limita a um simples material de apoio ao professor, mais que isso, apresenta-se como importante recurso mediador na relação professor, aluno e conhecimento. Os modelos didáticos se apresentam como recursos favoráveis para uma aprendizagem contextualizada e significativa. Desse modo, uma maneira de manter a relação entre teoria e prática é o emprego dos modelos didáticos, os quais podem proporcionar o realismo científico.

Para a modelagem, vários materiais foram utilizados, entre os quais, isopor, papelão, garrafas PET, balão de borracha, lantejoulas, massinha de modelar, papéis com diferentes texturas, lixa de parede, tintas de várias cores, entre outros. A avaliação foi positiva, e os modelos foram doados para o laboratório de Práticas de Ensino, para que outros licenciandos pudessem utilizar durante os estágios obrigatórios da licenciatura.

5.3 História da ciência

A inclusão da História da Ciência no debate sobre a importância das ferramentas e

técnicas de estudo na produção de conhecimentos na área da Biologia é outra sugestão para o ensino da célula. Utilizar a História da Ciência pode auxiliar o estudante a entender melhor o conceito de célula, construído a partir de numerosas pesquisas e descobertas realizadas por meio da microscopia eletrônica e da bioquímica (CABALLER; GIMENEZ, 1993). Para Pinheiro (2018) é necessário fundamentar as interpretações referentes a construção da Teoria Celular, permitindo que os estudantes consigam relacionar a célula a seus principais componentes e funções.

5.4 Interpretação de imagens

A possibilidade de inserir nas aulas a projeção de imagens (Fotomicrografias e Eletromicrografias), buscando trabalhar as escalas, a conversão de unidades (centímetros, milímetros, micrômetros e nanômetros), bem como as técnicas de preparo dos materiais na obtenção das lâminas, e consecutivamente nas imagens, também favorece uma melhor compreensão da célula, considerando sua natureza microscópica. Apresentar e discutir com os estudantes, as diferenças observadas entre as imagens, promovendo comparações entre os aumentos obtidos, os diferentes tipos de microscópios e as imagens produzidas em cada um, são todas possibilidades de propiciar ao estudante a construção de um conceito mais contextualizado e significativo de célula.

5.5 Elaboração de álbum digital como produto final da disciplina

Nessa atividade é solicitado aos estudantes que fotografem todas as lâminas trabalhadas durante as aulas práticas ao microscópio óptico, utilizando para a obtenção das imagens, seus aparelhos celulares sobre as oculares. Para a confecção do álbum é sugerida a utilização do Microsoft Power Point, mas outros aplicativos podem ser utilizados, dependendo apenas das habilidades e criatividade dos estudantes. Na elaboração do álbum, orienta-se a adoção de legendas, escalas e registro dos aumentos utilizados (diferentes objetivas na obtenção das imagens), além da descrição dos tipos de cortes, corantes e formas de preparo das lâminas. Os estudantes tem avaliado de forma muito positiva a elaboração do álbum, que pode ser trabalhado em grupo, resultando em maior engajamento e detalhamento no trabalho.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao ingressarem no ensino superior, os estudantes trazem uma representação fragmentada e mecânica de célula, desconhecendo aspectos relacionados a sua forma, diversidade e função. É comum reproduzirem imagens de livros pela memorização dos constituintes celulares, de forma desvinculada do organismo como um sistema vivo e dinâmico. Ainda que ao chegarem no ensino superior, os estudantes já tenham tido contato em diferentes etapas do ensino, com o estudo da célula, observa-se uma limitada apreensão do conceito, o que pôde ser evidenciado por meio da atividade diagnóstica realizada no

presente estudo. Nesse sentido, a abordagem dos conhecimentos prévios dos estudantes como ponto de partida, a promoção de discussões, considerando aspectos da História da Ciência, a adoção de estratégias diversificadas de ensino, entre elas a prática utilizando a microscopia, e a promoção de um ensino que busque apresentar uma diversidade de células, relacionando as estruturas com a função dos tipos celulares pode contribuir para a (re)construção significativa do conceito.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO-JORGE, T.C.; CARDONA, T.S.; MENDES, C.L.S.; HENRIQUES-PONS, A.; MEIRELLES, R.M.S.; COUTINHO, C.M.L.; AGUIAR, L.E.V.; MEIRELLES, M. N.L.; CASTRO, S.L.; BARBOSA, H.S.; LUZ, M.R.M.P. Microscopy images as interactive tools in cell modeling and cell biology educations. **Cell Biology Educations**, v.3, n.2., p. 99-110, 2004.

BEZERRA, E. J.; SOUZA JÚNIOR, A. S.; SILVA, D. G.; NEVES, R. F.; MELO, S. W. Concepções e Modelos Mentais de Célula com Estudantes do Ensino Médio. In: **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** – X ENPEC, Águas de Lindóia, SP, 2015.

BORGES, E. L. Os mapas conceituais como facilitadores da aprendizagem significativa em Biologia Celular. In: **Atas do Primeiro Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**. Águas de Lindóia, SP, 1997.

CABALLER, M. J.; GIMÉNEZ, I. Las ideas de los alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la educación general básica. **Enseñanza de las Ciencias**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 63-69, 1993.

CASTRO, D. R.; GUERRA, J. A.; SANTOS, K. B.; SANTOS, N. P.; SANTOS, S. R. M.; AMORIM, T. S. Os conhecimentos prévios sobre ser vivo/célula dos estudantes ingressos no curso de Engenharia de Pesca. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.18, n. 3, p. 73-96, set-dez, 2016.

CLÉMENT, P. Introducing the cell concept with both animal and plant cells: A historical and didactic approach. **Sci. Educ.** v. 16, p. 423- 440, 2007.

FRANÇA, J. A. A. **Ensino-aprendizagem do conceito de “Célula viva”: proposta estratégica para o ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Planaltina, 2015.

GARRIDO, L. S.; MEIRELLES, R. M. S. Percepção sobre meio ambiente por alunos das séries iniciais do Ensino Fundamental: considerações à luz de Marx e de Paulo Freire. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 3, p. 671-685, 2014.

PINHEIRO, R. M. S. **O conceito de célula em livros didáticos de Biologia: análise sob uma perspectiva histórico-crítica**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

ROVÍRA, M. P. G.; SANMARTÍ, N. Las bases de orientación: un instrumento para enseñar a pensar teóricamente em biología. *Alambique* – **Didáctica de las Ciencias Experimentales**, v. 16, p. 8-20, abril, 1998.

SOUZA, P. F., FARIA, J. C. N. M. A construção e avaliação de modelos didáticos para o ensino de Ciências Morfológicas - uma proposta inclusiva e interativa. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.7, n.13; p. 1550-1561. 2011.

VYGOTSKY, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

YOREK, N.; SAHIN, M.; UGULU, I. Students' representations of the cell concept from 6 to 11 grades: persistence of the "fried-egg model". **International Journal of Physical Sciences** v.5, n.1, p. 15-24, 2010.

SOBRE OS ORGANIZADORES

VANESSA DA FONTOURA CUSTÓDIO MONTEIRO - Doutora (2017) e mestra (2014) em Botânica Aplicada pela Universidade Federal de Lavras. Possui pós-graduação *lato sensu* em Avaliação de Flora e Fauna em Estudos Ambientais (2011) pela mesma instituição. Bacharel em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Barra Mansa (2009) e licenciada pela Universidade Vale do Rio Verde (2011). É membro do corpo docente dos cursos de Ciências Biológicas e Administração da Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVÁS). No ensino superior, já atuou como professora formadora no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), e ocupou o cargo de professor substituto na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Também já ministrou aulas de Biologia no Cursinho Assistencial e Centro de Inteligência e Cultura (CACIC). Foi bolsista de Apoio Técnico na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) - Campo Experimental de Maria da Fé. É membro do corpo editorial da Atena Editora. Possui experiência na área de Botânica, com ênfase em Ecofisiologia Vegetal, Ecologia e Educação Ambiental.

PEDRO HENRIQUE ABREU MOURA - Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Mestre e Doutor em Agronomia/Fitotecnia pela mesma instituição, onde também realizou pós-doutorado na área de fruticultura. Desde 2015, atua como pesquisador na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), lotado no Campo Experimental de Maria da Fé. Desenvolve pesquisa e extensão nas áreas de Olivicultura e Fruticultura. Participa na organização de eventos de transferência e difusão de tecnologias para produtores, técnicos e estudantes, bem como ações de popularização da Ciência para a comunidade em geral. É membro do corpo editorial da Atena Editora. Possui experiência na área de Fruticultura, principalmente no manejo de oliveira e de outras frutíferas de clima temperado.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abundância 29

Activity 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 132

Algas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 15, 17, 20, 21, 26, 27, 28

Anatomia 4, 66, 106, 109, 130, 133

B

Biodiversidade 42, 44, 55, 63, 64, 67, 69, 74, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 88, 90, 92, 94, 107, 122, 123, 134

Biologia 1, 3, 27, 28, 66, 90, 106, 108, 132, 135, 137, 138, 140, 141, 143

Biologia reprodutiva 90, 106, 108

Bríofitas 3, 29, 30, 32, 41, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 50, 51

Brioflora 29, 32, 42, 43, 45

C

Célula 9, 20, 35, 110, 111, 115, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141

Célula vegetal 131, 133, 134, 135, 136, 137, 138

Cerrado 43, 44, 46, 49, 50, 70, 73, 74, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 94, 120, 122, 123, 124, 125, 129, 130

Ciências Biológicas 90, 93, 131, 133, 135, 136, 143

Cienciometria 120, 124, 125, 126, 129

Coleção 42, 43, 47, 51, 68, 71

Coleções científicas 69, 71

Conservação 43, 52, 55, 63, 69, 70, 76, 80, 81, 82, 83, 88, 90, 92, 94, 106, 107, 108, 124

D

Diversidade 1, 3, 4, 5, 13, 26, 32, 41, 53, 54, 63, 67, 68, 69, 75, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 93, 123, 131, 133, 134, 135, 139, 140, 141

E

Ecologia Vegetal 52

Embriogênese 106, 111

Endêmica 73, 74, 75, 85, 96

Estratégias didáticas 131, 133

Evolução 2, 3, 26, 28, 53, 72

Extract 96, 98, 99, 100, 101, 102, 103

F

Fenologia 52, 57, 58, 59, 65, 66, 89

Ficologia 1, 3, 5

Filogenética 2, 26, 27, 84, 86

Fitofisionomias 43, 46, 49, 80, 94

Flora 32, 35, 37, 42, 51, 53, 54, 55, 56, 64, 65, 67, 68, 69, 71, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 83, 85, 89, 90, 91, 93, 94, 107, 108, 118, 130, 143

Floresta Atlântica 48, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 65, 82

Floricultura 121

G

Germinação 30, 66, 106, 107, 108, 109, 112, 113, 115, 116, 117, 123, 126

H

Herbários 68, 69, 71, 72, 75, 78

I

Identificação taxonômica 1

L

Lamiaceae 95, 96, 105

Leguminosas 80, 84, 86, 88, 89, 90

Levantamento florístico 1, 47

Licenciatura 131, 133, 136, 139, 143

M

Macroalgas 1, 4, 13, 27, 28

Metabólitos secundários 96

Micropropagação *in vitro* 120, 123, 124, 125, 126, 127, 128

Musgos 29, 30, 31, 32, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51

N

Nativa 52, 56, 68, 84, 120, 122, 123, 124

O

Orchidaceae 106, 107, 108, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 128, 130

Orquídeas 106, 107, 108, 115, 116, 117, 121, 122, 123, 126, 129, 130

P

Plantas 2, 3, 4, 6, 13, 26, 27, 28, 30, 33, 36, 37, 39, 42, 43, 44, 47, 49, 52, 53, 54, 59, 60, 62, 63, 67, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 84, 90, 92, 96, 109, 121, 122, 123, 124, 125, 128, 129

Plantas medicinais 76, 96

Plantas vasculares sem sementes 52, 53, 54

Plant native 96

Plasticidade fenotípica 52, 54, 63

Protocormo 106, 108, 112, 113, 114, 115, 116, 117

R

Respostas morfológicas 52

Riqueza 29, 32, 69, 107, 131, 136, 137

S

Samambaias 52, 53, 54, 58, 61, 62, 63, 65

Semente 68, 106, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117

Seres vivos 2, 3, 132, 138

U

Unidades de conservação 69, 70, 76, 81, 82, 92

V

Vegetação 43, 77, 79, 81, 82, 91, 93

Vegetal 28, 33, 52, 64, 67, 69, 70, 77, 80, 81, 82, 88, 106, 122, 123, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 143

Vitaceae 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77

CIÊNCIAS BOTÂNICAS:

Evolução e diversidade de plantas

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 


Atena
Editora
Ano 2021

CIÊNCIAS BOTÂNICAS:

Evolução e diversidade de plantas

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 