

Os Percursos da Botânica e suas Descobertas

Atena
Editora
Ano 2021

2



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

Os Percursos da Botânica e suas Descobertas

Atena
Editora
Ano 2021



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

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

iStock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

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 Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª 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 Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa 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 Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandre Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Brito de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramirez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof. Me. Marcos Roberto Gregolin – Agência de Desenvolvimento Regional do Extremo Oeste do Paraná
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Sullivan Pereira Dantas – Prefeitura Municipal de Fortaleza
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Universidade Estadual do Ceará
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Os percursos da botânica e suas descobertas 2

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremona
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os autores
Organizadores: Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
Pedro Henrique Abreu Moura

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P429 Os percursos da botânica e suas descobertas 2 /
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 978-65-5983-264-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.644211607>

1. Botânica. 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

Dada a essencialidade das plantas na manutenção da vida na Terra, estudos sobre a estrutura e funcionamento dos vegetais, bem como suas interações com o ambiente são importantes para gerar conhecimentos úteis para o avanço da Ciência, possibilitando a criação de soluções frente aos desafios que se apresentam.

Esta obra, intitulada “*Os percursos da Botânica e suas descobertas 2*”, apresenta-se como uma continuação de seu primeiro volume, publicado no ano de 2020, sob a organização de Jesus Rodrigues Lemos. Na ocasião, foram apresentados resultados de pesquisas básicas e aplicadas em diferentes subáreas da Botânica.

A fim de incorporar novas descobertas científicas, este segundo volume traz resultados de pesquisas importantes desenvolvidas em diferentes regiões do Brasil e também na Colômbia.

O primeiro capítulo fornece informações importantes para os estudos sobre a taxonomia e biologia floral de *Passiflora glandulosa* Cav. (Passifloraceae), espécie nativa da flora brasileira, através da caracterização morfoanatômica e histoquímica das estruturas secretoras florais e extraflorais.

O segundo capítulo traz resultados de análises histoquímicas e morfoanatômicas de outra espécie nativa do Brasil, a *Solanum melissarum* Bohs. (Solanaceae), que apresenta potencial medicinal em suas folhas.

No terceiro capítulo, os autores, colombianos e brasileiros, apresentam a capacidade de germinação de sementes de *Alnus acuminata* Kunth (Betulaceae), uma espécie arbórea recomendada para planos de recuperação de áreas degradadas na Região Andina.

O quarto capítulo propicia uma visão de como as novas tecnologias podem alavancar a divulgação científica. O mundo está mais tecnológico e as ações de popularização da Ciência devem acompanhar esse desenvolvimento. Os autores do capítulo utilizaram o *QR Code* como uma ferramenta para divulgação de conhecimentos botânicos. Essa abordagem é importante, pois tende a diminuir a “cegueira botânica”, que é falta de habilidade das pessoas em perceber as plantas no cotidiano.

Por fim, o quinto capítulo refere-se à composição florística da região da Represa de Alagados, no estado do Paraná. É um projeto de grande relevância para ações de restauração e conservação de zonas ripárias - Áreas de Preservação Permanente (APP).

Desejamos a cada autor que contribuiu com esta obra os nossos agradecimentos, e aos leitores, desejamos uma excelente leitura. Que os resultados das pesquisas apresentadas aqui juntamente com os trabalhos do primeiro volume possam despertar o interesse de novos cientistas para mais descobertas em Botânica.


Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
Pedro Henrique Abreu Moura

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

NECTÁRIOS FLORAIS E EXTRAFLORES EM *Passiflora glandulosa* CAV


Marcos Vinicius Batista Soares
Jorgeane Valéria Casique
Andreza Stephanie de Souza Pereira
Rafaella Georgia Lima Damasceno
Wendell Vilhena de Carvalho
Cynthia Stella Porfírio Dias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6442116071>

CAPÍTULO 2..... 18

MORFOANATOMIA E HISTOQUÍMICA DAS FOLHAS DE *Solanum melissarum* BOHS. (SOLANACEAE)


Lília Cristina de Souza Barbosa
Juliana de Fátima Sales
Christiano Peres Coelho
Kelly Juliane Telles Nascimento
Diego Ismael Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6442116072>

CAPÍTULO 3..... 30

EFFECTO DE DIVERSOS FACTORES EN LA GERMINACIÓN Y DESARROLLO TEMPRANO DE *Alnus acuminata* KUNTH (BETULACEAE)


Carolina Ramos-Montaño
Juraci Alves de Oliveira
Eduardo Fontes Araujo
Nataly Poveda-Díaz
Karen L. Pulido-Herrera

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6442116073>

CAPÍTULO 4..... 45

QR CODE COMO FERRAMENTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DE DADOS BOTÂNICOS NO PARQUE PEDRA DA CEBOLA, VITÓRIA-ES

Luana Palomo Mussallem
Danilo Camargo Santos
Richard Campos Rangel
Aleide Cristina de Camargo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6442116074>

CAPÍTULO 5..... 64

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DA REGENERAÇÃO NATURAL DA VEGETAÇÃO RIPÁRIA ARBÓREA NA PONTE PRETA, REPRESA DE ALAGADOS (FASE 1)

Mateus Alexandre
Elisana Milan
Rosemeri S. Moro

Melissa Koch F. S. Nogueira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6442116075>

SOBRE OS ORGANIZADORES	70
ÍNDICE REMISSIVO.....	71

CAPÍTULO 1

NECTÁRIOS FLORAIS E EXTRAFLORAIS EM *Passiflora glandulosa* CAV

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão 06/04/2021

Marcos Vinicius Batista Soares

Universidade Federal do Rio Grande do Sul;
Programa de Pós-Graduação em Botânica
Porto Alegre – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/4258949379784759>

Jorgeane Valéria Casique

Universidade Federal do Rio Grande do Sul;
Programa de Pós-Graduação em Botânica
Porto Alegre – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/4515716909833483>

Andreza Stephanie de Souza Pereira

Universidade Estadual de Campinas; Programa
de Pós-Graduação em Biologia Vegetal
Campinas – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1240834290975655>

Rafaella Georgia Lima Damasceno

Universidade Federal Rural da Amazônia /
Museu Paraense Emílio Goeldi; Mestrado em
Ciências Biológicas – Botânica Tropical
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/9404108200980094>

Wendell Vilhena de Carvalho

Universidade Federal Rural da Amazônia /
Museu Paraense Emílio Goeldi; Mestrado em
Ciências Biológicas – Botânica Tropical
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0915401375976526>

Cyntia Stella Porfírio Dias

Universidade Federal Rural da Amazônia /
Museu Paraense Emílio Goeldi; Mestrado em
Ciências Biológicas – Botânica Tropical
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0827660370509412>

RESUMO: *Passiflora* L. é o gênero mais representativo em Passifloraceae, suas espécies caracterizam-se por apresentarem abundantes nectários florais (NF's) e extraflorais (NEF's). O objetivo deste estudo foi descrever a morfoanatomia das estruturas secretoras florais e extraflorais em *Passiflora glandulosa* Cav., e utilizar testes histoquímicos para detectar a presença de açúcares nos seus exsudatos. Amostras de lâminas foliares, pecíolos, brácteas e sépalas foram fixadas e submetidas a técnicas usuais em anatomia vegetal e microscopia eletrônica de varredura. Cortes frescos dessas estruturas e seus aparentes exsudatos foram analisados através da histoquímica. Em *P. glandulosa*, os NF's e os NEF's consistem de um tecido secretor, com uma epiderme em paliçada uni ou bi estratificada. Além disso, os testes histoquímicos mostraram uma reação positiva para polissacarídeos totais e açúcares redutores. Assim, confirma-se que as estruturas secretoras florais e foliares de *P. glandulosa* são de fato nectários florais e extraflorais, respectivamente. Estes resultados fornecem informações importantes para os estudos sobre a taxonomia e biologia floral desta espécie.

PALAVRAS-CHAVE: Estrutura Secretora, Formiga, Histoquímica, Morfoanatomia, Passifloraceae.

FLORAL AND EXTRAFLORAL NECTARIES IN *Passiflora glandulosa* CAV

ABSTRACT: *Passiflora* L. is the most representative genus in Passifloraceae, its species are characterized by present abundant floral (FN) and extrafloral (EFN) nectaries. The aim of this study was to describe the morphoanatomy of the floral and extrafloral secretory structures in *Passiflora glandulosa* Cav., and to use histochemical tests to detect the presence of sugars in its exudates. Samples of leaf blades, petioles, bractes and sepals were fixed and subjected to the usual techniques in plant anatomy and scanning electron microscopy. Fresh sections of these structures and their apparent exudates were analyzed using histochemistry. In *P. glandulosa*, FN and EFN consist of a secretory tissue, with uni or bistratified palisade epidermis. In addition, the histochemical tests showed a positive reaction for total polysaccharides and reducing sugars. Thus, it is confirmed that the floral and leaf secretory structures of *P. glandulosa* are in fact floral and extrafloral nectaries, respectively. These results provide important information for studies on the taxonomy and floral biology of this species.

KEYWORDS: Secretory Structure, Ant, Histochemistry, Morphoanatomy, Passifloraceae.

1 | INTRODUÇÃO

Passiflora L. é um gênero pantropical pertencente à Passifloraceae Juss. ex Roussel. O gênero apresenta cerca de 525 espécies, das quais 147 são encontradas no Brasil (CERVI, 2005; FLORA DO BRASIL, 2020). As espécies do gênero possuem hábito escandente herbáceo ou lenhoso, com gavinhas axilares, folhas com variadas formas, flores com androginóforo e estaminódios com número e formas variados (CERVI, 1997; SOUZA; LORENZI, 2008; MONDIN et al., 2011).

As glândulas secretoras em *Passiflora* são frequentemente encontradas em diferentes partes da planta, e sua localização e forma são comumente utilizadas na taxonomia de suas espécies (MONDIN et al., 2011; WOSCH et al., 2015; FARIAS et al., 2016; LEMOS et al., 2017). Pode-se encontrar estas glândulas no pecíolo em posições e formas diferenciadas, no limbo foliar em diversas regiões, em estípulas, nas brácteas e nas sépalas (ROCHA et al., 2009; MONDIN et al., 2011; WOSCH et al., 2015; FARIAS et al., 2016; LEMOS et al., 2017). Essas glândulas podem ser classificadas como florais e extraflorais, segundo sua posição na planta, sendo florais quando estão presentes nas sépalas ou tubo do cálice e pétalas, e extraflorais quando são encontradas no caule, nas folhas (limbo e pecíolo), estípulas e brácteas (KROSNICK; FREUDENSTEIN, 2005). Além disso, são também classificadas como nupciais e extra nupciais, respectivamente, quando estão associadas à polinização ou não.

Os nectários frequentemente encontrados em *Passiflora* secretam açúcares atrativos para uma variedade de insetos, principalmente formigas, formigas estas que protegem a planta contra herbivoria (DURKEE, 1982). Os nectários geralmente consistem de três componentes: uma epiderme com ou sem tricomas e estômatos, um parênquima especializado que produz ou armazena o néctar e, um feixe vascular composto majoritariamente por floema (FAHN, 1979; PACINI et al., 2003; NEPI, 2007).

Os estudos anatômicos com Passifloraceae são extensos, principalmente quanto às regiões vegetativas, destacam-se: Solereder (1908), primeiro estudo realizado para *Passiflora* envolvendo a descrição anatômica da folha; descrições confirmadas posteriormente por Metcalfe e Chalk (1950); Ayensu e Stern (1964) realizaram um estudo anatômico do caule de 44 espécies de Passifloraceae; Rao e Dave (1979) elaboraram estudos anatômicos em gavinhas de *Passiflora*; Hearn (2004, 2009) analisou a evolução de caracteres anatômicos do caule e da raiz no gênero *Adenia* Forssk.; Farias et al. (2016) discorreram sobre a anatomia foliar de *P.* subg. *Decaloba* (DC.) Rchb.; Silva et al. (2016) analisaram os nectários extraflorais de *Passiflora*; e Lemos et al. (2017) realizaram uma revisão estrutural das glândulas foliares em *Passiflora*.

Sobre estudos envolvendo a anatomia floral de Passifloraceae, podemos destacar: Puri (1947), que realizou um estudo de anatomia floral para algumas espécies da família, com destaque para o sistema vascular; Durkee et al. (1981) e Durkee (1982), cujos enfoques das análises anatômicas foram os nectários florais de algumas espécies de *Passiflora*; Koschnitzke e Sazima (1997) analisaram a biologia floral de cinco espécies de *Passiflora*; Silvério e Mariath (2010) analisaram a formação da superfície estigmática em *P. elegans* Mast.

Assim, apesar da ampla utilização taxonômica dessas estruturas em *Passiflora*, a presença de nectários foi de fato comprovada para poucos táxons do gênero, de modo que a identidade dessas glândulas, morfoanatomia, composição química dos exsudatos e função ainda são pouco descritas para as espécies de *Passiflora*. E diante do exposto, para melhor compreender a diversidade e morfologia das glândulas secretoras florais e extraflorais em *P. glandulosa* Cav., o presente estudo teve como objetivos realizar análises morfológicas, anatômicas e histoquímicas das glândulas presentes nas diferentes regiões da planta, a fim de contribuir para a ampliação da base de dados sobre estruturas secretoras em *Passiflora*.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostragem

Ramos vegetativos e flores de indivíduos de *Passiflora glandulosa* Cav. foram coletados de plantas crescendo em três diferentes localidades no estado do Pará, Brasil, duas no município de Belém (Campus de Pesquisa do Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG e Ilha de Cotijuba) e outra no município de Santo Antônio do Tauá. Vouchers foram depositados no herbário do Museu Paraense Emílio Goeldi (MG 221231, 221242, 221273 e 221274). Os forrageadores observados foram coletados, armazenados em álcool comercial e posteriormente enviados para identificação por especialista no Museu Paraense Emílio Goeldi. A ocorrência de glicose nos exsudatos foi verificada através do teste com glicofita Plus no ambiente natural da espécie (Accu-chek active – Roche).

As nomenclaturas estruturais (morfologia externa e interna) foram baseadas em Metcalfe e Chalk (1950), Fahn (1979), Lemos et al. (2017).

2.2 Análise anatômica

Para as análises anatômicas, o material coletado foi fixado em FAA 70% (JOHANSEN, 1940) e FNT (LILLIE, 1948 apud CLARK, 1973), posteriormente conservado em álcool etílico diluído (70%). Passado o processo de fixação e estocagem/conservação, as amostras foram desidratadas em série etílica (álcool etílico) (JOHANSEN, 1940) e incluídas em hidroxietilmetacrilato (historesin Leica®; GERRITS e SMID, 1983). Cortes seriados transversais e longitudinais das regiões medianas (5-7 µm de espessura) foram realizados em micrótomo rotativo (Leica® modelo RM 2245) e corados em azul de toluidina pH 4,4 aquoso (O'BRIEN et al., 1965). As lâminas permanentes foram montadas em resina sintética Permount® (Fisher Chemical).

2.3 Histoquímica

Os testes histoquímicos utilizados foram: reagente de Fehling para açúcares redutores (SASS, 1951); reagente de lugol para a detecção de amido (JOHANSEN, 1940); reagente de Schiff (PAS – periodic acid schiff) para carboidratos insolúveis (JENSEN, 1962); vermelho de rutênio para substâncias pécicas (JENSEN, 1962); e Xylidine Ponceau para proteínas (VIDAL, 1970). Sendo realizado o controle em todos os testes. Algumas seções também foram montadas e observadas sem tratamento para a verificação do aspecto natural da secreção (branco).

As lâminas obtidas foram fotomicrografadas em câmera digital Cannon modelo A65015, acoplada em microscópio Zeiss modelo 426126.

2.4 Microscopia eletrônica de varredura

Para a análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV), amostras florais desidratadas foram processadas em secador de ponto crítico de CO₂, montadas em suportes metálicos (*stubs*) e metalizadas em ouro com 20 nm de espessura por 150 segundos por corrente de 25 mA. As eletromicrografias foram obtidas em microscópio eletrônico de varredura Leo modelo 1450 VP, com escalas micrométricas projetadas nas mesmas condições ópticas. As imagens foram obtidas no Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura do MPEG.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Aspectos morfológicos

Planta de hábito trepador com caule glabro; apresenta pecíolo canaliculado com a presença de duas glândulas de formato esferoidal à elipsoide próximo à base; folhas inteiras ovalado-oblongas a oblongo-lanceoladas, com glândulas do tipo ocelo côncavo próximas

à margem, margem foliar lisa ou levemente ondulada; brácteas linear-lanceoladas em número de três próximos ao ápice do pedicelo, presença 2-6 glândulas elipsoides marginais; flores com hipanto cilíndrico, sépalas oblongas de coloração escarlate ou levemente rosadas com pequena arista no ápice com glândulas do tipo ocelo nas margens, pétalas iguais as sépalas em cor e forma, arista ausente, corona com 2-3 séries de filamentos esbranquiçados, androginóforo elevando estames de posição ereta, ovário elipsoidal de coloração esbranquiçada.

Passiflora glandulosa Cav. é identificada pela presença de abundantes glândulas secretoras, encontradas nas flores (sépalas) (Figura 1A-F), brácteas (Figura 1G-H), limbo foliar (Figura 1I-K) e pecíolo (Figura 1L-M), cujos exsudatos analisados *in natura* com glicofita foram positivos para glicose (Figura 1E), por isso essas glândulas foram caracterizadas como nectários florais (NF's) e extraflorais (NEF's). Os NEF's são encontrados na face adaxial da base do pecíolo como um par de glândulas esverdeadas e convexas (Figura 1L); no limbo foliar são evidentes na face abaxial, como estruturas areoladas semelhantes a ocelos castanhos (Figura 1J), característica comumente descrita para as glândulas de *P.* subg. *Decaloba* (DC.) Rchb., distribuídas ordenadamente próximas à margem (Figura 1I); e nas brácteas, que apresentam de 2-6 glândulas esverdeadas, convexas, dispostas alternadamente nas margens (Figura 1G). Os NF's analisados, estão presentes na região abaxial das sépalas, próximas às margens destas estruturas, distribuídas aleatoriamente na superfície apical, tanto do botão floral (Figura 1A) quanto da flor pós-antese (Figura 1C).

As formigas observadas visitando os nectários florais e extraflorais de *P. glandulosa* (pecíolo, limbo foliar, brácteas e sépalas) pertencem ao gênero *Nylanderia* Emery, 1906 (Formicidae) (Figura 1A, B, I).

3.2 Aspectos anatômicos

O limbo foliar, em vista frontal, apresenta a superfície da face adaxial, na região da internervura, constituída de células heterodimensionais de paredes anticlinais retas a onduladas (Figura 2A), e na região de nervura, as células são alongadas de paredes anticlinais retas (Figura 2B). A face abaxial hipoestomática é constituída de células semelhantes as da face adaxial, com numerosos tricomas tectores, unicelulares, de formato cônico, inseridos de 1-4 em células epidérmicas arredondadas (Figura 2B-C), incluindo estômatos paracíticos (Figura 2B), distribuídos aleatoriamente na superfície. A glândula nectarífera (ocelos), localizada na região intercostal desta face é de formato côncavo, apresentando células heterodimensionais de parede anticlinal reta à ondulada e o lúmen é circundado pelos tricomas tectores já descritos anteriormente (Figura 2D).

A glândula nectarífera (ocelos) da região intercostal, em seção transversal, apresenta uma cutícula delgada distendida, duas camadas de células colunares sobrepostas e justapostas, e aproximadamente duas camadas de parênquima nectarífero, (Figura 2E). O mesofilo do limbo foliar, em seção transversal, é dorsiventral, com epiderme unisseriada,

em ambas as faces, células heterodimensionais de parede periclinal reta e cutícula delgada, seguida de uma camada de parênquima paliádico e aproximadamente duas camadas de parênquima lacunoso (Figura 2E).

A nervura central, em seção transversal, é biconvexa, sendo a face abaxial mais ampla e proeminente (Figura 2F). A epiderme, de ambas as faces, é uniestratificada e apresenta células semelhantes as do mesófilo, sendo revestida por uma cutícula espessa. O colênquima anelar é formado por cerca de duas camadas na face adaxial e de três camadas na abaxial. No parênquima fundamental, encontra-se um feixe vascular colateral disposto em arco aberto e abundantes idioblastos, contendo drusas de oxalato de cálcio e também, evidentes compostos fenólicos (Figura 2F), essa região da folha não apresenta nectários.

Os nectários extraflorais, estruturados presentes no limbo foliar (Figura 2D), pecíolo (Figura 2G), brácteas (Figura 2H-I), e os nectários florais presentes nas sépalas (Figura 3A-H), em seção transversal, apresentam características estruturais bem semelhantes. Estes nectários são aqui melhor descritos através das imagens das glândulas das sépalas (Figura 3). Os nectários apresentam uma cutícula delgada, algumas vezes distendida devido ao acúmulo de néctar no espaço subcuticular, epiderme secretora estratificada, formada por duas camadas de células colunares sobrepostas e justapostas (Figura 3C-D). Aproximadamente três a duas camadas de parênquima nectarífero e três camadas de parênquima subnectarífero, abundantes idioblastos cristalíferos e com aparente conteúdo fenólico (Figura 3E), distribuídos aleatoriamente, observados nas regiões do parênquima nectarífero e subnectarífero, os feixes vasculares são colaterais com ramificações do xilema e floema, mas somente com o floema se ramificando até as proximidades do parênquima nectarífero (Figura 3F-H).

3.3 Histoquímica

A análise histoquímica dos NEF's (limbo foliar, pecíolo) e dos NF's (brácteas e sépalas) descritos, revelaram compostos heterogêneos semelhantes, quanto aos testes positivos, nos ocelos do limbo foliar (Figura 4A-B), pecíolo (Figura 4C-E), brácteas (Figura 4F-H) e sépalas (Figura 4I-M) analisados, como: proteínas, (Figura 4A, D), monossacarídeos (açúcares redutores) (Figura 4E-F), polissacarídeos totais (Figura 4B-C; G) e amido (Figura 4H) (Tabela 1).

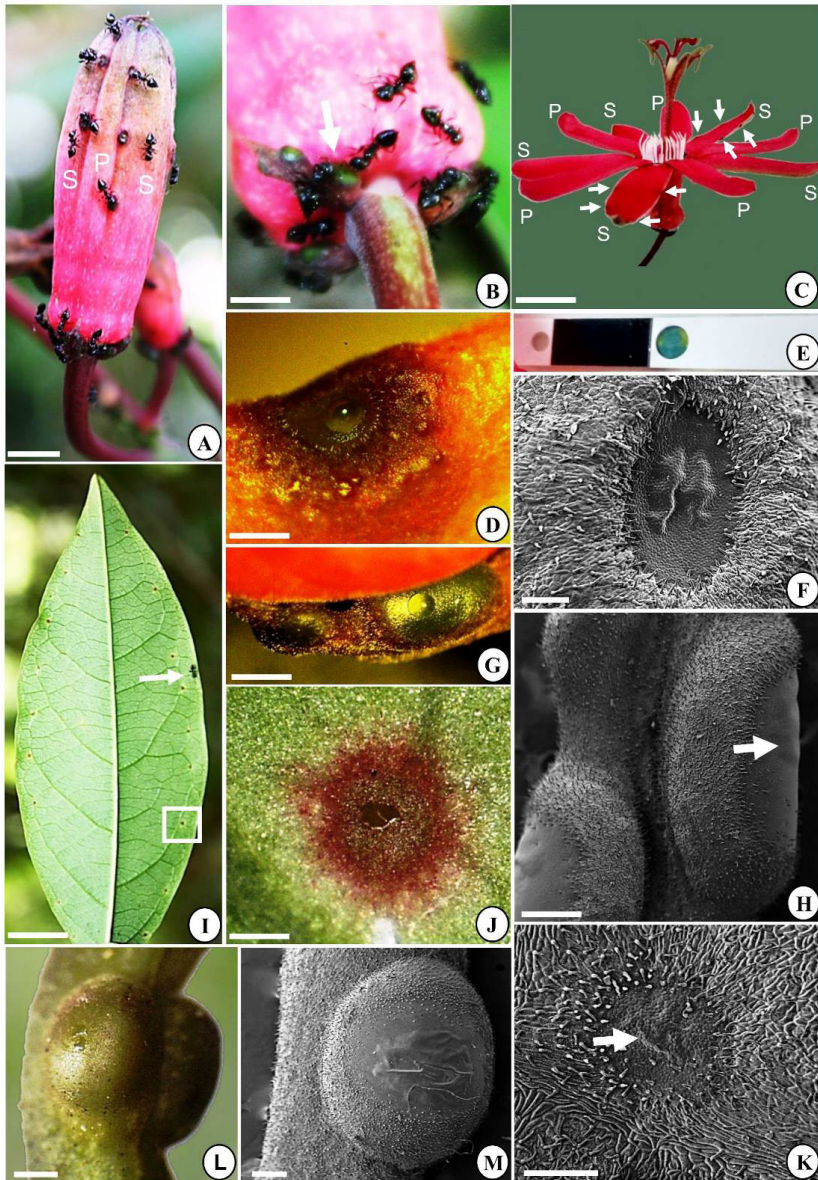


Figura 1. Aspectos morfológicos dos nectários e interação com formigas em *Passiflora glandulosa* Cav. **A)** Botão floral e formigas *Nylanderia* sp (Formicidae) coletando néctar nas sépalas e brácteas, notar ocorrência de nectários apenas nas sépalas (S) e ausência destes nas pétalas (P). **B)** Brácteas na base do botão floral (seta branca) e coleta de néctar por formigas. **C)** Flor em antese e distribuição de nectários (seta branca) nas margens das sépalas (S) e, ausência nas pétalas (P). **D)** Detalhe NF (ocelo) da sépala e gotícula de néctar. **E)** Teste positivo com Glicofita Plus para néctar na sépala. **F)** Nectário da sépala em MEV, notar cutícula com acúmulo de néctar. **G)** Detalhe NF nas brácteas com gotícula de néctar. **H)** NF da bráctea em MEV, detalhe acúmulo de néctar na região subepidérmica (seta branca). **I)** Limbo foliar, superfície abaxial com NEF's tipo ocelo próximos à margem foliar (quadrado branco) e forrageamento de formigas (seta branca). **J)** Detalhe NEF do limbo foliar (ocelo)em MEV, cutícula com acúmulo de néctar na região subepidérmica (seta branca). **L)** NEF do pecíolo. **M)** NEF do pecíolo em MEV. Escalas: F, 150 μ m; K, 200 μ m; D, H, 250 μ m; G, M, 300 μ m; J, L, 400 μ m; B, 2 mm; A, 5 mm; I, 1 cm; C, 1,5 cm.

Os nectários florais identificados nas sépalas e brácteas de *P. glandulosa* são aqui detalhados anatomicamente pela primeira vez. Os nectários são glândulas especializadas do tecido vegetal que secretam uma substância denominada néctar, a qual é composta por aminoácidos, monossacarídeos, dissacarídeos, água, proteínas e outros compostos (FAHN, 1979; ELIAS, 1983).

		Fehling	Lugol	Reagente de Schiff - PAS	Vermelho de Rutênio	Xilidine Ponceau
NF	Pecíolo	+	+	+	-	+
	Limbo foliar	+	+	+	-	+
NEF	Bráctea	+	+	+	-	+
	Sépala	+	+	+	-	+

*NF = Nectário Floral; NEF = Nectário Extrafloral.

Tabela1. Histoquímica das glândulas nectaríferas de *Passiflora glandulosa* Cav.

Os nectários florais identificados nas sépalas e brácteas de *P. glandulosa* são aqui detalhados anatomicamente pela primeira vez. Os nectários são glândulas especializadas do tecido vegetal que secretam uma substância denominada néctar, a qual é composta por aminoácidos, monossacarídeos, dissacarídeos, água, proteínas e outros compostos (FAHN, 1979; ELIAS, 1983). Os nectários geralmente consistem de três componentes: uma epiderme com ou sem tricomas e estômatos, um parênquima especializado que produz ou armazena o néctar e, um feixe vascular composto majoritariamente por floema (FAHN, 1979; PACINI et al., 2003; NEPI, 2007). A principal função dos nectários de *Passiflora*, e de diversas outras plantas, está em oferecer recompensas, como o néctar, para as formigas que em troca, protegem a planta contra-ataque de herbívoros (SMILEY, 1986; LABEYRIE et al., 2001; DÁTILLO et al., 2009, CARDOSO, 2010).

Outro mecanismo de autodefesa de *Passiflora* é a mimetização das glândulas foliares em ovos de *Heliconius* Kluk, 1780 (Nymphalidae), borboletas que ovipositam nas folhas, e sua forma larval causa excessivo dano às plantas, devido à alta taxa de herbivoria (CASTRO et al., 2018). Esse mecanismo de autodefesa impede a oviposição de outras borboletas nas folhas, já que as larvas de algumas espécies de *Heliconius* têm comportamento canibal (CASTRO et al., 2018). Outro fator de proteção são os tricomas tectores curvos, em forma de gancho, que lesionam a derme das larvas levando-as à morte (ULMER; MACDOUGAL, 2004; ENGLER-CHAOUAT; GILBERT, 2007; CASTRO et al., 2018).

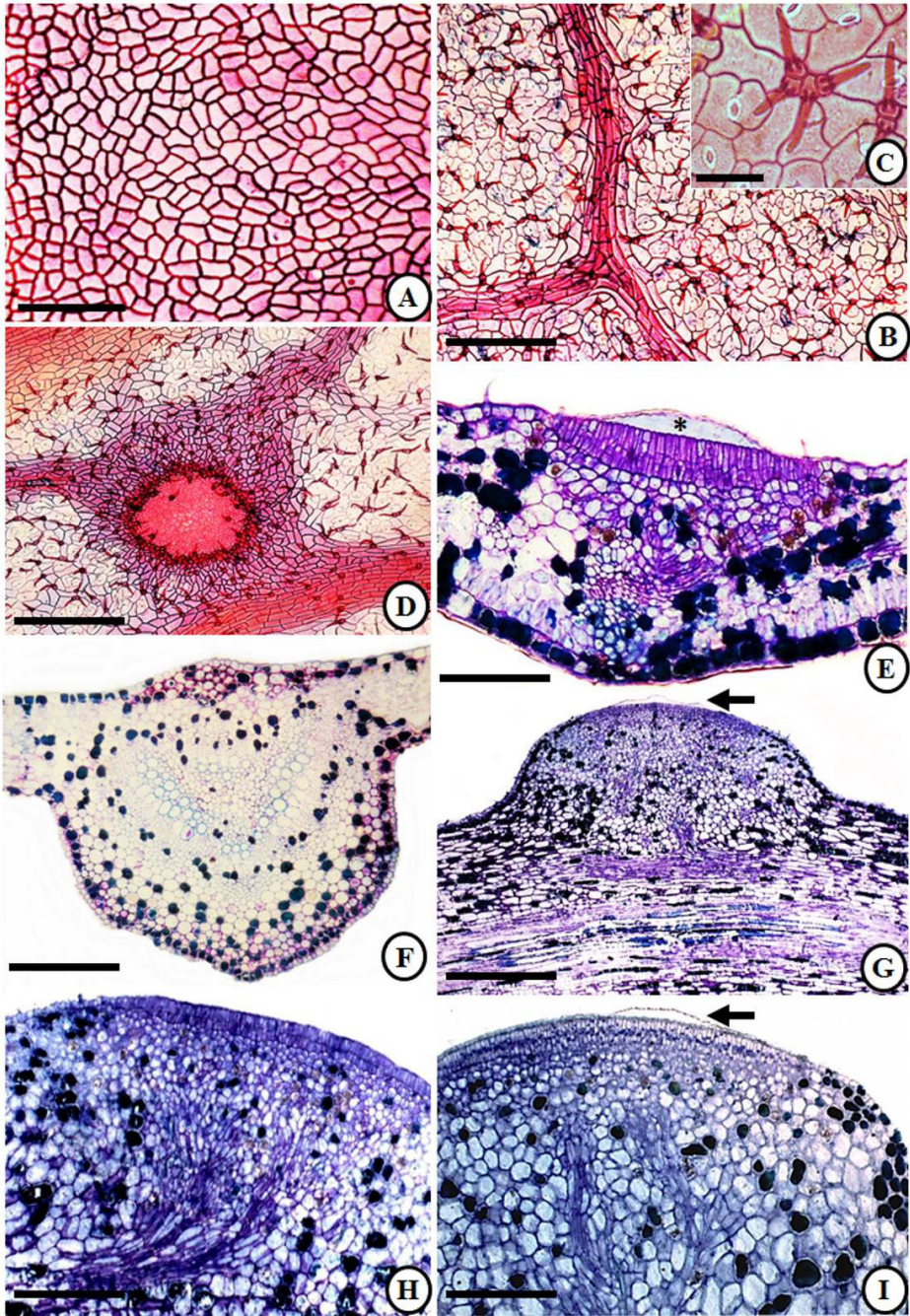


Figura 2. Análise de Microscopia de Luz da folha de *Passiflora glandulosa* Cav. **A)** Superfície adaxial, tricomas ausentes. **B)** Superfície abaxial com tricomas tectores. **C)** Detalhe tricomas tectores da face abaxial. **D)** Vista frontal do NEF (ocelo) na superfície abaxial. **E)** Vista transversal do NEF (ocelo) do limbo foliar. **F)** Vista transversal da nervura central da folha, com abundantes idioblastos. **G)** Vista longitudinal do NEF do pecíolo. **H)** Vista transversal do NEF do pecíolo. **I)** Vista transversal do NEF da bráctea, notar a cutícula com néctar acumulado (seta preta). Escalas: C, 10 μm ; A-B, D, 20 μm ; E, G-I, 50 μm ; F, 100 μm .

Labeyrie et al. (2001) descobriram que a espécie *P. glandulosa* Cav. se beneficia de visitas de duas espécies simpátricas de formigas na Guiana Francesa, uma delas é ativamente diurna e a outra noturna. Entretanto, espécies simpátricas de *Passiflora* de florestas neotropicais sucessionais da Costa Rica não estavam associadas a espécies de formigas em particular ou vice-versa (APPLE; FEENER, 2001).

Quase todas as espécies de *Passiflora* do continente americano têm nectários extraflorais (NEF's), os quais são comumente relatados (DURKEE et al., 1981; SILVA et al., 2016; LEMOS et al., 2017; CASTRO et al., 2018). Os nectários florais (NF's) também foram analisados em espécies de Passifloraceae (DURKEE et al., 1981; DURKEE, 1982). Os NEF's e os NF's consistem de um tecido secretor, epiderme em paliçada uni ou bi estratificado, decorrente da protoderme por meio de divisões anticlinais e periclinais, parênquima glandular originado do meristema fundamental, xilema e floema, elementos formados do procâmbio (ROCHA et al., 2009). Espécies de climas tropicais que apresentam NEF's são predominantes em locais com abundância de formigas, sendo que tais condições climáticas são muito favoráveis à proliferação de formigas, cujo comportamento social e seus incríveis sistemas de comunicação permitem defender recursos com eficiência (KAMINSKI et al., 2009; NASCIMENTO; BARBOSA, 2014).

Os nectários podem ser estruturados ou não (ESCALANTE-PÉREZ; HEIL, 2012), e o néctar pode ser exsudato por células ou tricomas epidérmicos, poros, ruptura ou permeabilidade da cutícula, ou por estômatos modificados (FAHN, 1979). Plantas polinizadas por animais que requerem grandes quantidades de néctar geralmente apresentam nectários estruturados e armazenamento de amido no parênquima nectarífero para suprir as altas taxas de secreção de néctar (PACINI; NEPI, 2007).

As características anatômicas dos nectários estruturados, floral e extrafloral, presentes em *P. glandulosa* foram semelhantes as já descritas para outras espécies de *Passiflora* (DURKEE et al., 1981; DURKEE, 1982; NASCIMENTO; BARBOSA, 2014; SILVA et al., 2016; LEMOS et al., 2017).

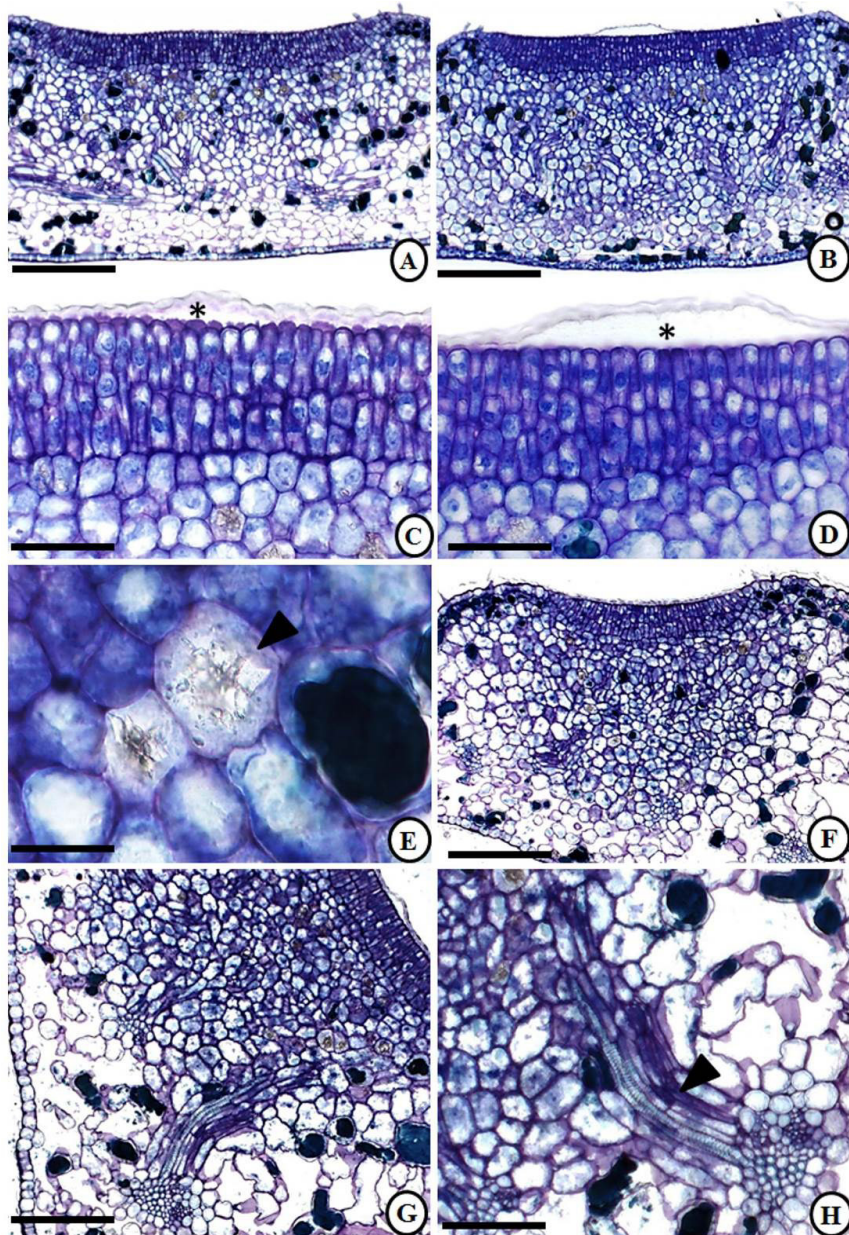


Figura 3. Análise de Microscopia de Luz do NF da sépala de *Passiflora glandulosa* Cav. **A)** Vista transversal evidenciando o NF, sem acúmulo de néctar no espaço subcuticular e parênquima com abundantes idioblastos. **B)** Vista transversal do NF, evidenciando o acúmulo de néctar no espaço subcuticular. **C)** Epiderme secretora estratificada do NF, em destaque, o início do acúmulo de néctar no espaço subcuticular (*). **D)** Região secretora do NF, já com a cutícula distendida devido ao acúmulo de néctar no espaço subcuticular. **E)** Detalhe dos idioblastos cristalíferos e de idioblastos de conteúdo fenólico encontrados no parênquima subnectarífero. **F)** Vista transversal de NF próximo a margem da sépala. **G)** Visão transversal do nectário da sépala com a presença de feixes colaterais próximos do parênquima nectarífero. **H)** Detalhe de um dos feixes vasculares, com a terminação dos feixes (floema e xilema) (cabeça de seta), adentrando no parênquima subnectarífero. Escalas: C-D, H, 20 μm ; A-B, F-G, 150 μm ; E, 100 μm .

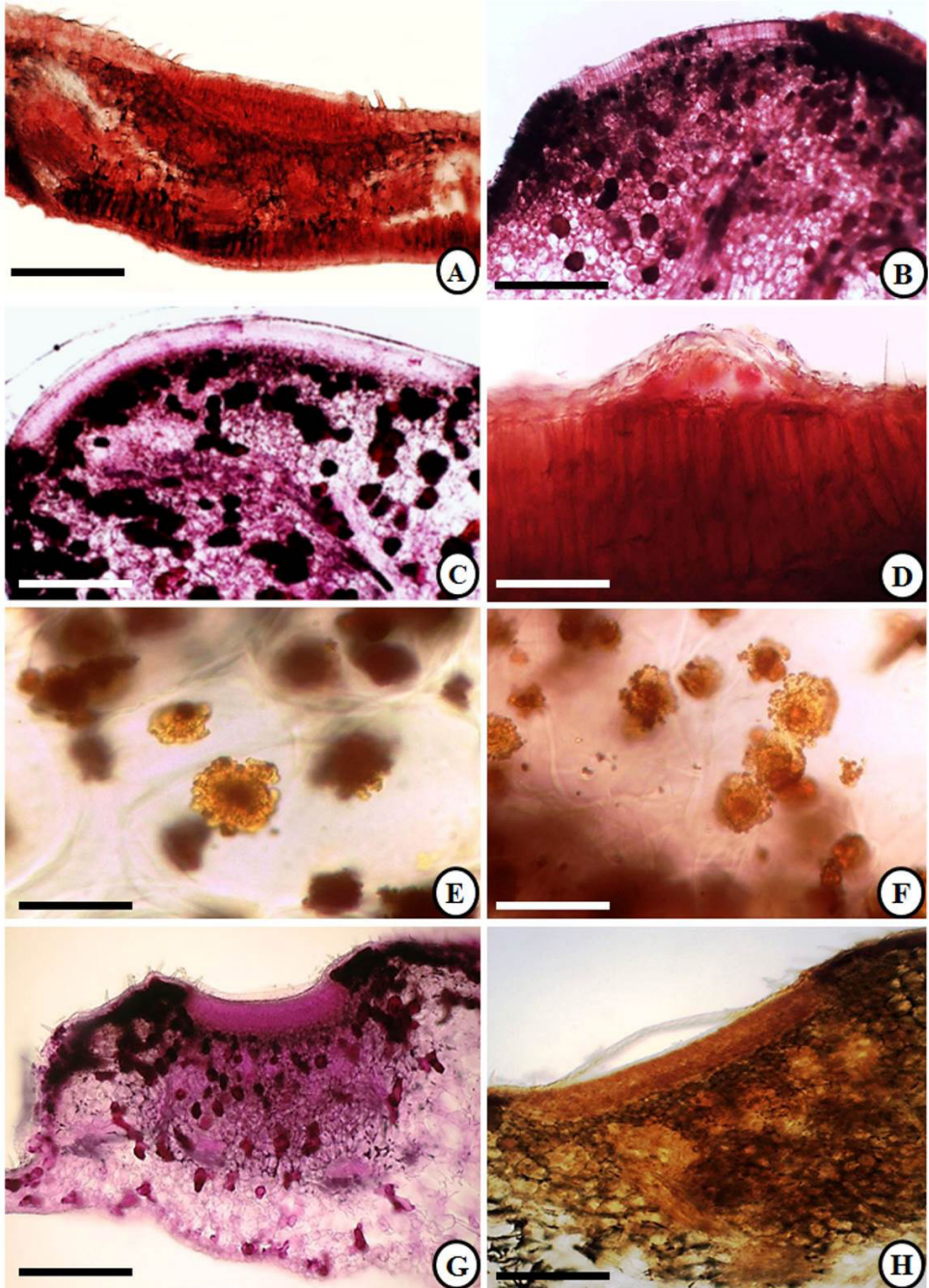


Figura 4. Histoquímica de nectários florais e extraflorais de *Passiflora glandulosa* Cav. **A)** Xylidine Ponceau, ocelo folha. **B)** Reagente PAS, bráctea. **C)** Reagente PAS, pecíolo. **D)** Xylidine Ponceau, pecíolo. **E)** Reagente de Fehling, sépala. **F)** Reagente de Fehling, bráctea. **G)** Reagente PAS, sépala. **H)** Reagente de Fehling, sépala. Escalas: D-F, 10 μm ; B-C, G-H, 50 μm ; A, 100 μm .

A secreção de néctar requer energia metabólica, sendo o néctar uma substância

com muitos compostos, principalmente glicose, frutose, sacarose e traços de aminoácidos (THADEO et al., 2008; ESCALANTE-PÉREZ et al., 2012). Flavonoides também podem ser encontrados no nectário extrafloral de espécies de *Passiflora*, bem como alcalóides, terpenos e compostos fenólicos (CARDOSO-GUSTAVSON et al., 2013). Aminoácidos e proteínas também podem estar presentes nas secreções de NEF's e NF's, o que influenciaria na capacidade das plantas de recrutar formigas (KRAM et al., 2008; ESCALANTE-PÉREZ; HEIL, 2012; CASTRO et al., 2018).

A presença de ocelos no limbo foliar de *P. glandulosa* é um dado importante para a taxonomia do grupo, pois esta estrutura é comumente descrita para espécies de *P. subg. Decaloba* (DC.) Rchb., sendo geralmente encontrado na base do limbo foliar (FARIAS et al., 2016). Além disso, glândulas do tipo ocelo encontradas nas brácteas e sépalas são pouco comuns no gênero *Passiflora* (SILVA et al., 2016; LEMOS et al., 2017).

4 | CONCLUSÃO

Diante dos resultados alcançados através das análises anatômicas e histoquímicas notou-se a distribuição dos NEF's e dos NF's presentes em *Passiflora glandulosa*. Mostrou-se também que esta espécie oferece o néctar para formigas como uma recompensa, concretizando com o referido inseto, uma relação simbiótica de proteção contra possíveis herbívoros. Salientamos que, os dados anatômicos apresentados neste estudo mostram como é relevante pesquisar as *Passiflora*, principalmente as espécies ocorrentes na Amazônia. Os estudos histoquímicos aqui apresentados, foram realizados para melhor compreensão da composição química do exsudato dos nectários. Ainda assim, acredita-se que estudos complementares histoquímicos, bem como ultra estruturais dos nectários são necessários, para melhor entendimento da relação mutualística entre espécies de *Passiflora* e formigas, relacionando, principalmente, os metabólitos especializados com a atratividade de diferentes espécies de formigas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), ao Laboratório de Anatomia Vegetal da Coordenação de Botânica do Museu Paraense Emílio Goeldi, pela infraestrutura concedida e ao Dr. Fernando Carvalho, entomólogo, pela identificação das formigas observadas na espécie durante o estudo.

REFERÊNCIAS

APPLE, J.L. & FEENER J.R., D.H. **Ant visitation of extrafloral nectaries of *Passiflora*: The effects of nectary attributes and ant behavior on patterns in facultative ant-plant mutualisms.** *Oecologia*, v. 127, p. 409-416, 2001.

AYENSU, E.S, STERN, W.C. **Systematic anatomy and ontogeny of the stem in Passifloraceae.** Contribution US National Herbarium, v. 34, p. 45-73. 1964.

CARDOSO, P.R. **Estruturas secretoras em órgãos vegetativos aéreos de *Passiflora alata* Curtis e *P. edulis* Sims (Passifloraceae) com ênfase na localização in situ de compostos bioativos.** 250 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. 2010.

CARDOSO-GUSTAVSON, P.; ANDREAZZA, N.L.; SAWAYA, A.C.H.F. et al. 2013. **Only Attract Ants? The Versatility of Petiolar Extrafloral Nectaries in *Passiflora*.** American Journal of Plant Sciences v. 4, p. 460-469, 2013.

CASTRO, E.C.P., ZAGROBELNY, M., CARDOSO, M.Z. et al. **The arms race between heliconiine butterflies and Passiflora plants - new insights on an ancient subject.** Biological Reviews, v. 93, p. 555-573. 2018.

CERVI, A.C. **Passifloraceae do Brasil: estudo do gênero *Passiflora* L., subgênero *Passiflora*.** Fontqueria, v. 45, p. 1-92, 1997.

CERVI, A.C. **Espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae) publicadas e descritas nos últimos 55 anos (1950-2005) na América do Sul e principais publicações brasileiras.** Estudos de Biologia v. 27, n. 61, p. 19-24, 2005.

CLARK, G. **Staining procedures.** The Williams & Wilkins Co., Baltimore, 1973.

DÁTILLO, W.; MARQUES, E.C.; FALCÃO, J.C.F. et al. **Interações Mutualísticas entre Formigas e Plantas.** EntomoBrasilis, v. 2, n.2, p. 32-36, 2009.

DURKEE, L.T., Gaal, D.J., & Reisner, W.H. **The floral and extra-floral nectaries of *Passiflora*. I. The floral nectary.** American Journal of Botany, v. 68, p. 453-462, 1981.

DURKEE, L.T. **The floral and extra-floral nectaries of *Passiflora*: II. The extra-floral nectary.** American Journal of Botany, v. 69, n. 9, p. 1420-1428, 1982.

ELIAS, T.S. **Extrafloral nectaries: their structure and distribution.** In: BENTLEY, B.L.; ELIAS, T.S. (Ed.). The biology of nectaries. Columbia University Press, New York, p. 174-203, 1983.

ENGLER-CHAOUAT, H.S.; GILBERT, L.E. *De novo* Synthesis vs. Sequestration: **Negatively correlated metabolic traits and the evolution of host plant specialization in cyanogenic butterflies.** Journal of Chemical Ecology, v. 33, p. 25-42, 2007.

ESCALANTE-PÉREZ, M.; JABORSKY, M.; LAUTNER, S. et al. **Poplar extrafloral nectaries: two types, two strategies of indirect defenses against herbivores.** Plant Physiology, v. 159, p. 1176-1191, 2012.

ESCALANTE-PÉREZ, M.; HEIL, M. **Nectar Secretion: Its Ecological Context and Physiological Regulation.** In: VIVANCO, J. M.; BALUSKA, F. (eds.) Secretions and Exudates in Biological Systems. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, p. 187-219, 2012.

FAHN, A. **Ultrastructure of nectaries in relation to nectar secretion.** American Journal of Botany, v. 57, p. 977-985, 1979.

FARIAS, V.; MARANHO, L.T.; MUSHNER, V.C. et al. **Anatomia foliar de *Passiflora* subgênero *Decaloba* (Passifloraceae): implicações taxonômicas.** Rodriguésia, v. 67, n. 1, p. 29-43, 2016.

FLORA DO BRASIL. ***Passiflora* in Flora do Brasil 2020** (em construção). Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB12506> (Acessada em 20 Fevereiro 2020), 2020.

GERRITS, P.O.; SMID, L. **A new less toxic polymerization system for the embedding of soft tissues in glycol methacrylate and subsequent preparing of serial sections.** Journal of Microscopy, v. 132, n. 1, p. 81-85, 1983.

HEARN, D.J. **Growth form evolution in *Adenia* (Passifloraceae) and a model of the evolution of succulence.** Tese (Doutorado em Filosofia). Department of Ecology and Evolutionary Biology. The University of Arizona, USA, 2004.

HEARN, D.J. **Decriptive Anatomy and Evolutionary Patterns of Anatomical Diversification in *Adenia* (Passifloraceae).** A Journal of Systematic and Evolutionary Botany, v 27, n. 1, p. 13-38, 2009.

JENSEN, W.A. **Botanical histochemistry: principle and practices.** San Francisco, CA: W.H. Freeman, 408p., 1962.

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique.** McGraw-Hill, New York Johnson, 1940.

KAMINSKI, L.A.; SENDOYA, S.F.; FREITAS, A.V.L. et al. **Ecologia comportamental na interface formiga-planta-herbívoro: interações entre formigas e Lepidópteros.** Oecologia Brasiliensis, v. 13, n. 1, p. 27-44, 2009.

KOSCHNITZKE, C.; SAZIMA, M. **Biologia floral de cinco espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae) em mata semidecídua.** Revista Brasileira de Botânica, v. 20, p. 119-126, 1997.

KRAM, B.; BAINBRIDGE, E.; PERERA, M. et al. Identification, cloning and characterization of a GDGL lipase secreted into the nectar of *Jacaranda mimosifolia*. Plant Molecular Biology, v. 68, p. 173-183, 2008.

KROSNICK, S.E.; FREUDENSTEIN, J.V. **Monophyly and floral character homology of old world *Passiflora* (subgenus *Decaloba*: supersection *Disemma*).** Systematic Botany, v. 30, n. 1, p. 139-152, 2005.

LABEYRIE, E.; PASCAL, L.; DELABIE, J. **Protection of *Passiflora glandulosa* (Passifloraceae) against herbivory: impacto of ants exploiting extrafloral nectaries.** Sociobiology v. 38, p. 317-322, 2001.

LEMONS, R.C.C.D.; COSTA SILVA, D.; MELO DE PINNA, G.F.A.A. **Structural review of foliar glands in *Passiflora* L. (Passifloraceae).** PLoS ONE, v. 12, n. 11, p. 1-22, 2017.

METCALFE, C.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons.** Oxford: Clarendon Press, 1950.

MONDIN, C.A.; CERVI, A.C.; MOREIRA, G.R.P. **Sinopse das espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae) do Rio Grande do Sul, Brasil.** Revista Brasileira de Biociências, v. 9, n. S1, p. 3-27, 2011.

NASCIMENTO, K.C.; BARBOSA, J.F. **Caracterização morfoanatômica de nectários extraflorais de *Passiflora alata*, Passifloraceae.** Revista Uningá, v. 20, n. 1, p. 45-55, 2014.

NEPI, M. **Nectary structure and ultrastructure.** In: NICOLSON, S.W.; NEPI, M.; PACINI, E. (Eds.), *Nectaries and néctar*, Dordrecht: Springer, p. 129-166, 2007.

O'BRIEN, T.P.; FEDER, N.; MCCULLY, M.E. **Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue.** Protoplasma, v. 5, p. 368-373, 1965.

PACINI, E.; NEPI, M.; VESPRINI, J.L. **Nectar biodiversity: a short review.** Plant Systematics and Evolution v. 238, p. 7-22, 2003.

PACINI, E.; NEPI, M. **Nectar production and presentation.** In: NICOLSON, S.; NEPI, M.; PACINI, E. (Eds). *Nectaries and néctar*, Dordrecht: Springer, pp. 167–214, 2007.

PURI, V. **Studies in floral anatomy VI. Vascular anatomy of the flower of certain species of the Passifloraceae.** American Journal of Botany, v. 34, p. 562-573, 1947.

RAO, K.S.; DAVE, Y.S. **Anatomical Studies in Tendrils of *Passiflora*.** Flora, v. 168, p. 396-404, 1979.

ROCHA, D.I.; SILVA, L.C.; VALENTE, V.M.M. et al. **A. Morphoanatomy and development of leaf secretory structures in *Passiflora amethystina* Mikan (Passifloraceae).** Australian Journal of Botany, v. 57, n. 7, p. 619-626, 2009.

SASS, J.E. **Botanical microtechnique.** The Iowa State College Press, Ames, 1951.

SILVA, E.O.; FEIO, A.C.; CARDOSO-GUSTAVSON, P. et al. **Extrafloral nectaries and plant-insect interactions in *Passiflora L.* (Passifloraceae).** Brazilian Journal of Botany, v. 40, p. 331-340, 2016.

SILVÉRIO, A.; MARIATH, J.E.A. **A formação da superfície estigmática em *Passiflora elegans* (Passifloraceae).** Rodriguésia v. 61, n. 3, p. 569-574, 2010.

SMILEY, J. **And constancy at *Passiflora* extrafloral nectaries: effects on caterpillar survival.** Ecology, v. 67, p. 516-521, 1986.

SOLEREDER, H. **Systematic Anatomy of the Dicotyledons.** 2 vols. Clarendon Press. Oxford, 1908.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II, 2º ed.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

THADEO, M.; CASSINO, M.F.; VITARELLI, N.C. et al. **Anatomical and histochemical characterization of extrafloral nectaries of *Prockia crucis* (Salicaceae).** American Journal of Botany, v. 95, p. 1515-1522, 2008.

ULMER, T.; MACDOUGAL, J.M. ***Passiflora: Passionflowers of the world.*** Timber Press, Inc. Cambridge, 2004.

VIDAL, B.C. **Dichroism in collagen bundles stained with xylydine ponceau 2R**. Annales d'histochimie v. 15, p. 289–296, 1970.

WOSCH, L.; IMIG, D.C.; CERVI, A.C. et al. **Comparative study of *Passiflora taxa* leaves: I. A morpho-anatomic profile**. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 25, n. 4, p. 328-343, 2015.

CAPÍTULO 2

MORFOANATOMIA E HISTOQUÍMICA DAS FOLHAS DE *Solanum melissarum* BOHS. (SOLANACEAE)

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 05/04/2021

Lília Cristina de Souza Barbosa

Universidade Federal de Goiás, Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública (UFG/ IPTSP), Departamento de Biotecnologia (Debiotec)
Goânia-Goiás
<http://lattes.cnpq.br/7659416317950461>

Juliana de Fátima Sales

Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Educação (IFGoiano), Laboratório de Sementes
Rio Verde-Goiás
<http://lattes.cnpq.br/1250229850106551>

Christiano Peres Coelho

Universidade Federal de Jataí, Instituto de Biociências, Herbário Jataiense
Jataí-Goiás
<http://lattes.cnpq.br/8056431123617847>

Kelly Juliane Telles Nascimento

Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Educação (IFGoiano), Laboratório de Sementes
Rio Verde-Goiás
<http://lattes.cnpq.br/8307885141367986>

Diego Ismael Rocha

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Agronomia
Viçosa-Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/4605133416300475>

RESUMO: *Solanum melissarum* Bohs, conhecida como “baga-de-veado” e “tomarillo”, pertence à família Solanaceae e apresenta pouco conhecimento acerca de sua biologia. Dessa forma, esse trabalho objetivou-se realizar análises histoquímicas das folhas de *S. melissarum*. As folhas desta espécie foram coletadas de indivíduos encontrados em área de floresta semidecidual, conhecida como “Mata-do-Açude”, no município de Jataí, estado de Goiás. As folhas foram observadas macroscopicamente. Secções transversais da lâmina foliar e pecíolo foram incluídas em historesina e obtidas em micrótomo rotativo para análise anatômica, enquanto que as secções feitas com micrótomo de mesa, foram submetidas a testes histoquímicos para análise de lipídios, proteínas, polissacarídeos neutros, compostos fenólicos, taninos, alcaloides, mucilagem e lignina. A folha apresenta lâmina foliar simples e peciolada. A epiderme da lâmina foliar apresenta tricomas estrelados e estômatos anomocíticos e o pecíolo possui areia cristalina. Dentre os compostos detectados, destaca-se a ocorrência de alcaloides e compostos fenólicos nas células epidérmicas e tricomas. Os alcaloides e compostos fenólicos são metabólitos comuns nas espécies de *Solanum* L. e apesar de não ser conhecido o uso de *S. melissarum* pela população, se observa que esta espécie apresenta potencial medicinal em suas folhas.

PALAVRAS-CHAVE: Alcaloides, areia cristalina, compostos fenólicos, tomarillo, tricomas tectores estrelares.

ANATOMY, MORPHOLOGY AND HISTOCHEMISTRY OF LEAVES OF *Solanum melissarum* BOHS. (SOLANACEAE)

ABSTRACT: *Solanum melissarum* Bohs, known as “baga-de-veado” and “tomarillo”, belongs to the Solanaceae family and has little knowledge about its biology. Thus, this research aimed to study histochemical analyzes of the leaves of *S. melissarum*. The leaves of this species were collected from individuals found in an area of semideciduous forest, known as “Mata-do-Açude”, in the municipality of Jataí, state of Goiás. The leaves were observed macroscopically. Cross sections of the leaf blade and petiole were included in historesin and obtained in a rotating microtome for anatomical analysis, while the sections made with a table microtome were subjected to histochemical tests to analyze lipids, proteins, neutral polysaccharides, phenolic compounds, tannins, alkaloids, mucilage and lignin. The leaf has a simple and petiolate leaf blade. The leaf blade epidermis has starred trichomes and anomocytic stomata and the petiole has crystalline sand. Among the compounds detected, the occurrence of alkaloids and phenolic compounds in epidermal cells and trichomes is highlighted. Alkaloids and phenolic compounds are common metabolites in the species of *Solanum* L. and although the use of *S. melissarum* by the population is not known, it is observed that this species has medicinal potential in its leaves.

KEYWORDS: Alkaloids, crystal sand, phenolic compounds, tomarillo, stellar trichomes.

1 | INTRODUÇÃO

Solanum L. pertence à família Solanaceae e é um dos maiores e mais diversificados gêneros nas Angiospermas, com aproximadamente 1.500 espécies distribuídas pelo mundo, com centro de diversidade de espécies na América Central e do Sul (BOHS, 2007). O gênero *Solanum* compreende espécies de grande importância alimentícia e na agricultura (cultiváveis), tais como batata-inglesa (*Solanum tuberosum* L.), tomate (*S. lycopersicum* L.), berinjela (*S. melongena* L.), jurubeba (*S. paniculatum* L.), jiló (*S. aethiopicum* L.) e espécies nativas com uso medicinal como o “cubiu” (*S. sessiflorum* Dunal) e a lobeira (*S. lycocarpum* St. Hil.).

Solanum melissarum Bohs, popularmente conhecida como “tomarillo” ou “baga-de-veado” e “tomarillo”, pertence à família Solanaceae e apresenta porte arbustivo de até 2 metros de altura (BOHS, 1989). Esta espécie é rara e endêmica do Brasil, com registros nos estados da Paraíba, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo (BOHS, 1995; CARVALHO; BOVINI, 2006; AGRA et al., 2009; FELICIANO; SALIMENA, 2011). A ocorrência de *S. melissarum* foi verificada no perímetro urbano do município de Jataí-Goiás, pelo professor Dr. Christiano Peres Coelho, em uma área denominada “Mata do Açude”. A Mata do Açude é uma área aproximada de 15 hectares de Floresta Estacional Semidecidual e porções de Cerrado Sentido Restrito, situada aos fundos da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA), de Jataí-Goiás. A SMMA apresenta esforços em manter e preservar a Mata do Açude, porém esta se encontra sob forte influência da população e vem sendo degradada.

O Brasil detém uma das maiores diversidades biológicas do mundo, com uma flora rica, que desperta interesses de comunidades científicas para o estudo, conservação e utilização racional destes recursos (SOUZA; FELFILI, 2006). As espécies arbóreas nativas têm sido altamente exploradas no nosso país (SANTOS; PAULA, 2009). Assim, este trabalho teve por objetivo caracterizar a morfoanatomia e a histoquímica de suas folhas a fim de fornecer mais conhecimentos sobre a biologia de *S. melissarum* endêmica da Mata Atlântica, mas de ocorrência rara no Cerrado da região sudoeste do estado de Goiás.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta e identificação

As folhas adultas e completamente expandidas foram coletadas de três indivíduos de *Solanum melissarum*, na Mata do Açude, em Jataí-Goiás (17°51'34"S e 51°43'33"O). A identificação de *S. melissarum* foi confirmada pela pesquisadora Dra. Lynn Bohs, especialista em Solanaceae, do Departamento de Biologia, da Universidade de Utah, nos Estados Unidos. As amostras estão registradas no Herbário Jataiense, do Instituto de Biotecnologia, da Universidade Federal de Jataí, sob o número HJ-6321.

2.2 Análise da morfologia

As folhas foram observadas macroscopicamente e classificadas de acordo com GONÇALVES; LORENZI (2007).

2.3 Preparo das lâminas histológicas e análises em microscopia de luz (ML)

Para o preparo das lâminas histológicas para os estudos anatômicos foram confeccionadas conforme metodologias usuais de microtécnica vegetal. Secções transversais das lâminas foliares e do pecíolo foram fixadas em solução de FAA 70% e desidratadas em série etanólica crescente (JOHANSEN, 1940). Em seguida foram incluídas em resina metacrilato (Leica Historesin®, Heidelberg, Alemanha), conforme especificações do fabricante. As secções transversais foram obtidas em micrótomato rotativo [Leica, RM2235] em 5 μ m de espessura e coradas em azul de toluidina (O'BRIEN et al., 1964). As micrografias foram obtidas em microscópio de luz [Leica, DM750] e obtidas com câmera digital [Leica, ICC50HD].e as escalas acompanham as imagens.

2.4 Testes histoquímicos

Para as análises histoquímicas foram realizadas a partir de amostras da lâmina foliar e do pecíolo, recém-coletadas seccionadas em micrótomato de mesa e também, incluídas em resina. Os testes histoquímicos realizados foram: PAS/Reagente de Schiff para polissacarídeos neutros (MCMANUS, 1948), azul de toluidina para mucilagens

(O'BRIEN et al., 1964), vanilina clorídrica (MACE; ROWELL, 1974) para evidenciação de compostos tânicos, dicromato de potássio para compostos fenólicos (GABE, 1968), Xylidine Ponceau para proteínas (VIDAL, 1970), Reagente de Wagner para alcaloides (FURR; MAHLBERG, 1981), lugol para amido, Sudan IV para lipídeos e flogluclinol para ligninas pelo (JOHANSEN, 1940).

2.5 Preparo e análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Para as análises em MEV, as secções das lâminas foliares foram fixadas em solução de Karnovsky (KARNOVSKY, 1965) por 24 horas e pós-desidratadas em série crescente de acetona. Em seguida foram submetidas à secagem ao ponto crítico de CO₂ (Autosamdri®, 815, Series A, Tousimis Research Corporation, Rockville, Maryland 20852, USA. Com um porta-amostra de 4 cavidades cilíndricas) e metalização em ouro (Desk V, Denton Vacuum LLC, Moorestown, New Jersey, USA. Equipado com o acessório de carbono). As análises em equipamento MEV (JSM – 6610, Jeol, Tokyo, Japan, equipado com EDS, Thermo scientific NSS Spectral Imaging) foram realizadas no Laboratório Multiusuário de Microscopia de Alta Resolução (LabMic), da Universidade Federal de Goiás.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

S. melissarum possui folhas simples, glabras nas faces adaxial e abaxial. Apresentam formato elíptico, ápice cuspidado, base oblíqua, margem inteira, ondulada e pecíolo cilíndrico (Figura 1A). A morfologia de *S. melissarum* corrobora com as observações feitas em *S. cernuum* (ALVES et al., 2007) e em *Solanum pseudocapsicum* (SANGHVI et al., 2011).

As análises anatômicas permitiram observar que as células epidérmicas propriamente ditas apresentam paredes periclinais levemente sinuosas (Figura 2A). *S. granuloso-leprosum* também apresentou epiderme com células com paredes periclinais levemente sinuosas e esta disposição pode estar associada à adaptação ecofisiológica para evitar a perda excessiva de água nas plantas (MEDRI; LLERAS, 1980; PICOLI et al., 2013). Em secção transversal, a epiderme é unisseriada, com cutícula espessa (Figura 1B). FERREIRA et al. (2002) verificaram a cutícula espessa também em *Nicandra physaloides*, *S. viarum* e *S. americanum* e esses autores justificam a importância dessa cutícula na ecologia das espécies para superar a atividade de herbicidas. e os estômatos. Características similares das células epidérmicas foram observadas em *S. pseudocapsicum* (ALIERO et al., 2006).

Os estômatos de *S. melissarum* estavam situados ao mesmo nível das células epidérmicas propriamente ditas (Figuras 1B e 2B), assim como em *S. granuloso-leprosum* (PICOLI et al., 2013). Quanto ao arranjo das células subsidiárias em relação às células-guarda, os estômatos de *S. melissarum* eram do tipo anomocíticos (Figura 2B), assim como foram encontrados também em outras espécies da família Solanaceae, como

em *Solanum viarum* e *S. americanum* (FERREIRA et al., 2002), *S. palinacanthum*, *S. sisymbriifolium* e *S. euacanthum* (COSA et al., 2002), *S. lycocarpum* (ELIAS et al., 2003), *S. pseudocapsicum* (ALIERO et al., 2006), *S. crinitum* e *S. gomphodes* (ARAÚJO et al., 2010). Entretanto, diferentemente dessas espécies, foram observados que os estômatos em *S. melissarum* foram encontrados apenas na epiderme abaxial, o que caracteriza a folha como hipostomática. Apesar de BENÍTEZ DE ROJAS (2007) citar que os estômatos do tipo anisocíticos serem mais frequentes em espécies de *Solanum* L., pode se observar não há um padrão típico de estômatos nas espécies deste gênero, o que infere que não é um carácter taxonômico.

A superfície da lâmina foliar de *S. melissarum* apresentavam tricomas glandulares (Figura 2B) e tectores multicelulares simples e ramificados foram observados (Figuras 1C, 2C e 2D), similarmente aos verificados por FERREIRA et al. (2002), ALIERO et al. (2006), ARAÚJO et al. (2010), BURROWS et al. (2013) e PICOLI et al. (2013). De acordo com METCALFE e CHALK (1979), esses tricomas ramificados são classificados como tricomas tectores estrelados e são característicos na família Solanaceae.

Os tricomas são células epidérmicas diferenciadas amplamente distribuídas na superfície da maioria das plantas (LIU et al., 2017), que se desenvolvem ontogenicamente a partir de células epidérmicas (BURROWS et al., 2013). Nas plantas, tricomas apresentam morfologias e estruturas diversas, sendo normalmente categorizados em tricomas tectores e glandulares (LIU et al., 2017). Quanto às funções ecofisiológicas, os tricomas tectores fornecem o resfriamento das folhas ao diminuir a absorção de radiação e reduz a transpiração por aumentar a camada limitófe e defesa mecânica contra herbívoros como uma barreira biomecânica (SKELTON et al., 2012). Por sua vez, os tricomas glandulares sintetizam e armazenam diversas substâncias químicas do metabolismo primário e secundário para resistir aos insetos e demais herbívoros (LIU et al., 2017).

O mesofilo foliar é dorsiventral, com uma única camada de parênquima paliçádico e várias camadas de parênquima lacunoso (Figura 1B), como em *Nicandra physaloides*, *Solanum viarum* e *S. americanum* (FERREIRA et al., 2002). A nervura central da lâmina foliar é biconvexa (Figura 1D) e apresentou epiderme unisseriada, colênquima angular subjacente, parênquima de preenchimento, idioblastos com cristais de oxalato de cálcio (CaOx) em tipo areia cristalina e feixe vascular do tipo bicolateral envolto por fibras esclerenquimáticas (Figuras 1D e E). A estrutura biconvexa com parênquima de preenchimento, colênquima angular e com idioblastos contendo areia cristalina foi também verificado em *Solanum sisymbriifolium* (COSA et al., 2002), *S. lycocarpum* (ELIAS et al., 2003) e *S. granuloso-leprosum* (PICOLI et al., 2013). Cristais de CaOx podem ser encontrados em diferentes tipos nas plantas, como em drusas, ráfides e areia cristalina, por exemplo. Eles são formados em vacúolos de células especializadas chamadas idioblastos, que apresentam estrutura e conteúdo distintos das células vizinhas (GÓMEZ-ESPINOZA et al., 2020). Nas plantas, esses cristais funcionam como depósitos intravacuolar e suas

diferentes funções são discutidas. A função biológica dos cristais de CaOx nas plantas ainda não é completamente compreendida (PYLRO et al., 2013). Apesar da fonte de reserva de cálcio ser a função mais atribuída, a mobilidade deste íon para a translocação do floema nas plantas é pequena e os cristais de CaOx serem encontrados em órgãos a serem descartados, o que sugere que estes estejam envolvidos no metabolismo de excreção excessiva de cálcio nas plantas (PAIVA, 2019).

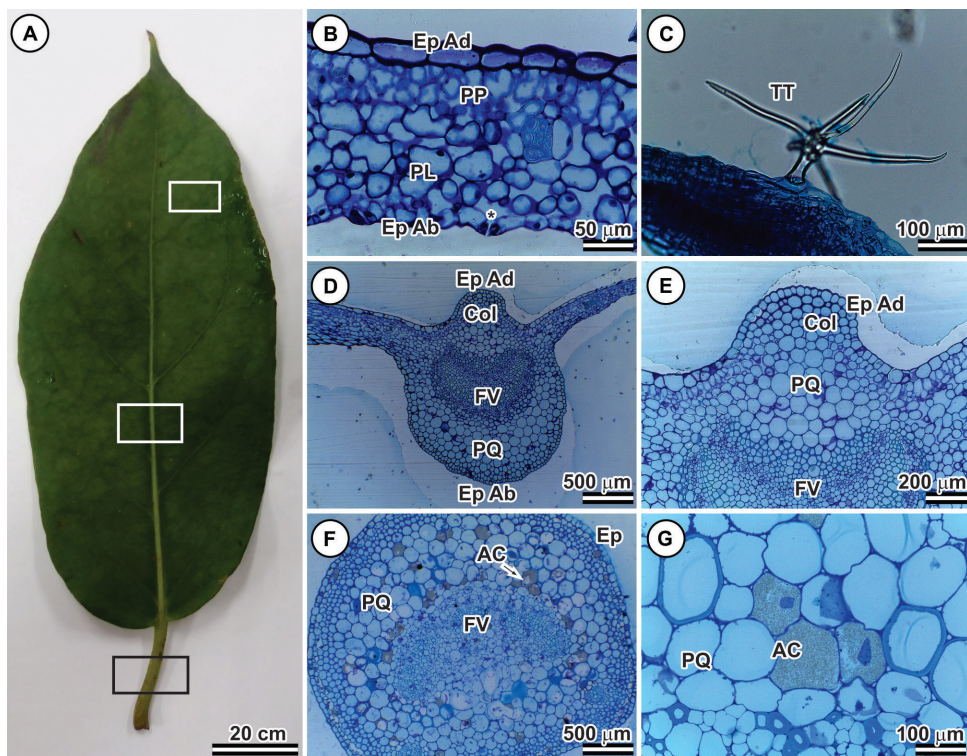


Figura 1. Análises morfoanatômicas das folhas de *Solanum melissarum* Bohs. A) Aspecto geral da morfologia externa da folha. B) Detalhe do mesófilo foliar. C) Detalhe de tricoma tector multicelular estrelado. D) Aspecto geral da nervura central. E) Detalhe do colênquima angular. F) Aspecto geral do pecíolo. G) Detalhe de idioblasto de areia cristalina. AC – areia cristalina, Col – colênquima angular, Ep Ab – epiderme abaxial, Ep Ad – epiderme adaxial, FV – feixe vascular bicolorateral, PL – parênquima lacunoso, PP – parênquima paliçádico, PQ – parênquima fundamental, TT – tricoma tector multicelular estrelado, Asterisco (*) – estômato.

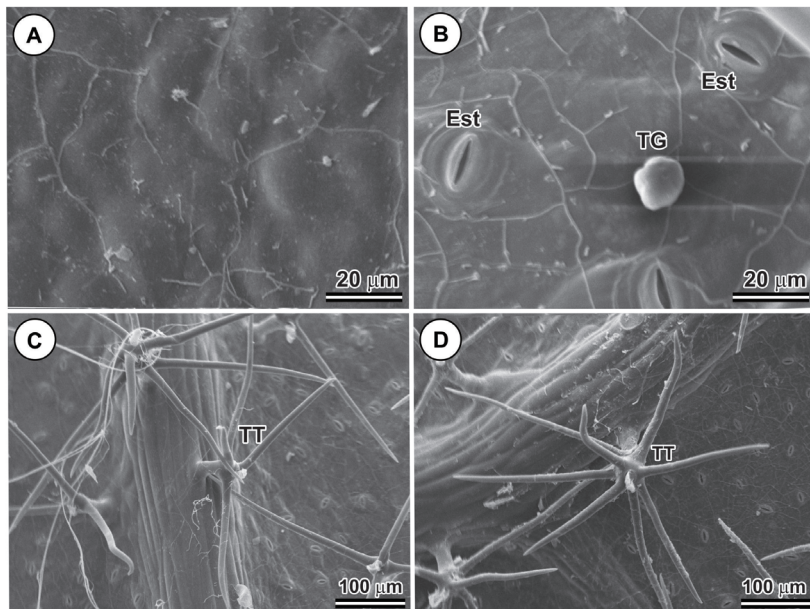


Figura 2. **Eletromicrografias das folhas de *Solanum melissarum* Bohs.** A) Epiderme adaxial com células epidérmicas comuns; B) Epiderme abaxial com estômatos anomocíticos e tricoma glandular; C e D) Tricomas tectoras estrelados. Est – Estômatos; TG – tricoma glandular; TT – tricoma tector estrelado.

O pecíolo de *S. melissarum* apresentou epiderme unisseriada com cutícula espessa, colênquima angular subjacente com aproximadamente 4 a 6 camadas de célula seguido do parênquima fundamental e feixe vascular biclateral, com dois feixes vasculares acessórios, de formato circular (Figura 1F). Idioblastos de areia cristalina estiveram presentes (Figuras 1F e G).

As análises histoquímicas realizadas estão ilustradas na figura 3 e sintetizadas na tabela 1. Foi verificada a presença de alcaloides nos tricomas glandulares da lâmina foliar de *S. melissarum* (Figura 3A) e nas células epidérmicas e parenquimáticas do pecíolo (Figura 3D). Na lâmina foliar e no pecíolo foram observados células parenquimáticas e tricomas com taninos (Figura 3B). Os elementos de vaso das nervuras foliares e do pecíolo apresentaram reação positiva para floroglucinol, o que detectou a presença de lignina (Figura 3C). O pecíolo apresentou células parenquimáticas com amido, formando uma bainha amilífera (Figura 3E). A cutícula da lâmina foliar e do pecíolo é espessa e reagiu positivamente para Sudan IV, além disso, tricomas tectores apresentaram lipídios (Figura 3F). As células epidérmicas da lâmina foliar e do pecíolo possuíram mucilagens (Figura 3G). Compostos fenólicos foram evidenciados na epiderme foliar e no parênquima da lâmina foliar e do pecíolo (Figura 3H). Polissacarídeos neutros foram observados nas células do parênquima de preenchimento do pecíolo (Figura 3I).

Os alcaloides e flavonoides constituem os metabólitos mais frequentes em espécies

do gênero *Solanum* L. (SILVA et al., 2003), além de antocianinas, saponinas, taninos e compostos fenólicos (JAINU; DEVI, 2006). Análises fitoquímicas detectaram a presença de alcaloides, saponinas, taninos e flavonoides nas folhas de *S. lycopersicum* (WAHUA et al., 2020) e *S. capsicoides* (DHARMAN; ANILKUMAR, 2018). SHILPHA et al. (2015) relatam que alcaloides esteroidais encontrados em espécies deste gênero, são amplamente utilizados na indústria farmacêutica como matéria-prima para produção de drogas esteroidais, como a progesterona e cortisol. Espécies do gênero *Solanum* L. apresentam diversas atividades biológicas, tais como antifúngica, moluscida e citotóxica (BASILIO et al., 2007).

As características anatômicas e histoquímicas analisadas na lâmina foliar e no pecíolo das folhas de *S. melissarum* corroboram com dados publicados para a anatomia de outras espécies do gênero *Solanum* L. já estudadas. Dentre estas características anatômicas, pode-se destacar a presença de colênquima angular, tricomas tectores multicelulares estrelados e idioblastos de areia cristalina e histoquímicas, estão a presença de alcaloides e flavonoides.

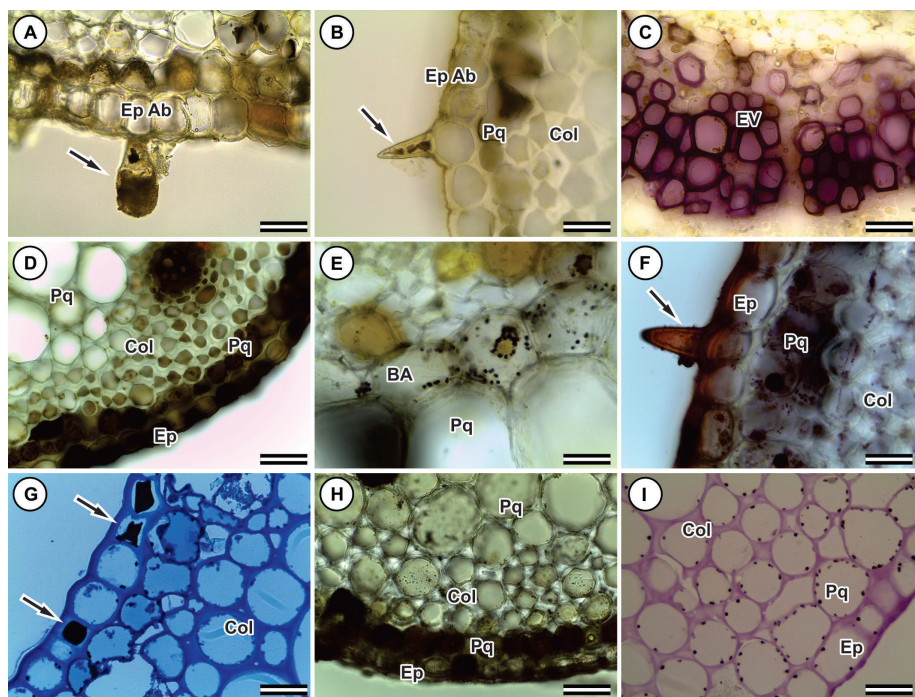


Figura 3. Análises histoquímicas das folhas de *S. melissarum* Bohs. A: secção transversal da lâmina foliar. B – I: secções transversais do pecíolo. A) Tricoma glandular (seta) com alcalóides; B) Tricomas tector simples (seta) e células parenquimáticas (Pq) contendo taninos; C) Detalhe dos elementos de vaso (EV) da nervura demonstrando lignina; D) Epiderme e parênquima do pecíolo contendo alcalóides; E) Detalhe da bainha amilífera (BA); F) Tricoma tector simples contendo lipídios; G) célula epidérmica (seta) com mucilagem; H) Epiderme (Ep) e parênquima com compostos fenólicos (Pq); I) células epidérmicas (Ep), parenquimáticas (Pq) e colênquima (Col) contendo polissacarídeos neutros. BA – bainha amilífera, Col – colênquima angular, Ep – epiderme; Ep Ab – epiderme abaxial, EV – elementos de vaso, Pq – parênquima fundamental. Barras = 50 μ m.

REAÇÃO HISTOQUÍMICA	LÂMINA FOLIAR	PECÍOLO
Sudan IV	+	+
Lugol	+	+
P.A.S./Reagente de Schiff	-	+
Vanilina clorídrica	+	-
Dicromato de potássio	+	+
Reagente de Wagner	+	+
Floroglucinol	+	+
Xylidine Ponceau	-	-
Azul de toluidina	+	+

Tabela 1 – Resumo das análises histoquímicas das folhas de *Solanum melissarum* Bohs.

4 | CONCLUSÃO

Acredita-se que esses resultados constituem informações importantes para estudos taxonômicos e farmacobotânicos do gênero *Solanum* L. Entretanto, são inexistentes informações empíricas e científicas sobre os usos de *S. melissarum* pela população. Apesar de ser desconhecido o uso de *S. melissarum* pela população, foi possível observar que esta espécie apresenta potencial medicinal em suas folhas.

REFERÊNCIAS

AGRA, M.F.; NURIT-SILVA, K.; BERGER, L.R. Flora da Paraíba, *Solanum* L. (Solanaceae). **Acta Botanica Brasilica**. v. 23, n. 3, 826-842, 2009.

ALIERO, A.A.; GRIERSON, D.S.; AFOLAYAN, A.J. The foliar micromorphology of *Solanum pseudocapsicum*. **Flora**. v. 201, 326–330, 2006.

ALVES, T.M.A.; MARENGO, S.; MACHADO, C.; CALDEIRA, R.; CARVALHO, O.; ISAIAS, R.M.S.; STEHMANN, J.R.; ZANI, C. Morphological, anatomical, macro and micromolecular markers for *Solanum cernuum* identification. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 17, n. 4, 542-548, 2007.

ARAÚJO, N.D.; COELHO, V.P.M.; AGRA, M.F. Estudo farmacobotânico comparativo de folhas de *Solanum crinitum* Lam., *Solanum gomphodes* Dunal e *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil., Solanaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 20, n. 5, 666-674, 2010.

- BASILIO, I. J. L. D.; AGRA, M. F.; BHATTACHARYYA, J. Estudo farmacobotânico de folhas de *Solanum paludosum* Moric. (Solanaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl 1, 651-653, 2007.
- BENÍTEZ DE ROJAS, C. Anatomy of the foliar epidermis of the *Solanum nudum* species group of *Solanum* sect. *Geminata* (Solanaceae). **Acta Horticulturae**, v. 745, 287-296, 2007.
- BOHS, L. Ethnobotany of the genus *Cyphomandra* (Solanaceae). **Economic Botany**, v. 43, n. 2, 143-163, 1989.
- BOHS, L. Transfer of *Cyphomandra* (Solanaceae) and its species of *Solanum*. **Taxon**, v. 44, n.4, 583-587, 1995.
- BOHS, L. Phylogeny of the *Cyphomandra* clade of the genus *Solanum* (Solanaceae) based on ITS sequence data. **Taxon**, v. 56, n. 4, 1012-1026, 2007.
- BURROWS, G.E.; WHITE, R.G.; HARPER, J.D.I.; HEADY, R.D.; STANTON, R.A.; ZHU, X.; WU, H.; LEMERLE, D. Intrusive trichome bases in the leaves of silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium*; Solanaceae) do not facilitate fluorescent tracer uptake. **American Journal of Botany**, v. 100, n. 12, 2307-2317, 2013.
- CARVALHO, L.A.F.; BOVINI, M.G. Solanaceae na reserva Rio das Pedras, Mangaratiba, Rio de Janeiro-Brasil. **Rodriguésia**, v. 57, n.1, 75-98, 2006.
- COSA, M.T.; HADID, M.; DOTTORI, N.; BRUNO, G. Anatomía de órganos vegetativos en *Solanum palinacanthum*, *S. sisymbriifolium* y *S. euacanthum* (Solanaceae). **Anales del Instituto de Biología**. Serie Botánica, v. 73, n. 1, 27-38, 2002.
- DHARMAN, A.K.; ANILKUMAR, M. Pharmacognostic studies in *Solanum capsicoides* all. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, n. 4, 397-410, 2018.
- ELIAS, S.R.M.; ASSIS, R.M.; STACCIARINI-SERAPHIN, E.; REZENDE, M.H. Anatomia foliar em plantas jovens de *Solanum lycocarpum* A.St.-Hil. (Solanaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 2, 169-174, 2003.
- FELICIANO, E.A.; SALIMENA, F.R.G. Solanaceae na Serra Negra, Rio Preto, Minas Gerais. **Rodriguésia**, v. 62, n. 1, 55-76, 2011.
- FERREIRA, E.A., PROCÓPIO, S.O., SILVA, E.A.M., SILVA, A.A., RUFINO, R.J.N. estudos anatômicos de folhas de plantas daninhas. I - *Nicandra physaloides*, *Solanum viarum*, *Solanum americanum* e *Raphanus raphanistrum*. **Planta Daninha**, v. 2, 159-167, 2002
- FURR, M.; MAHLBERG, P. G. Histochemical analysis of laticifers and glandular trichomes in *Cannabis sativa*. **Journal of Natural Products**, v. 44, p. 153-159, 1981.
- GABE, M. **Techniques histologiques**. Masson & Cie, Paris. 1968.
- GÓMEZ-ESPINOZA, O.; GONZÁLEZ-RAMÍREZ, D.; BRESTA, P.; KARABOURNIOTIS, G.; BRAVO, L.A. Decomposition of Calcium Oxalate Crystals in *Colobanthus quitensis* under CO₂ Limiting Conditions. **Plants**, v. 10, 1307-1318, 2020.

- GONÇALVES, E.G.; LORENZI, H. **Morfologia Vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares**. São Paulo, Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 416 p. 2007.
- JAINU, M.; DEVI, C. S. S. Antiulcerogenic and ulcer healing effects of *Solanum nigrum* (L.) on experimental ulcer models: Possible mechanism for the inhibition of acid formation. **Journal of Ethnopharmacology**, v.104, 156-163, 2006.
- JOHANSEN, D. **Plant microtechnique**. McGraw-Hill, New York.1940.
- KARNOVSKY, M.J. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. **Journal of Cell Biology**. v. 27, 137-8A, 1965.
- LIU, H.; LIU, S.; JIAOJIAO, J.; LU, T.; XU, F. Trichome as the natural biophysical barrier for plants and itsbioinspired applications. **Soft Matter**. 1-25, 2017.
- MACE, M.E.; HOWELL, C.R. Histochemistry and identification of condensed tannin precursor in roots of cotton seedlings. **Canadian Journal of Botany**. v. 52, 2423-2426, 1974.
- MCMANUS, J. F. A. Histological and histochemical uses of periodic acid. **Stain Technology**. v. 23, 99-108, 1948.
- MEDRI, M. E.; LLERAS, E. Aspectos da anatomia ecológica de folhas de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. **Acta Amazonica**. v. 10, 463-493, 1980.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons**. 2nd. ed. Vol. 1. Oxiford: Clarendon Press.. 1979.
- O'BRIEN, T. P., FEDER, N., MCCULLY, M. E. Polychromatic staining of plant cell walls by Toluidine Blue O. **Protoplasma**, v. 59, 368–373, 1964.
- PAIVA, E.A.S. Are calcium oxalate crystals a dynamic calcium store in plants? **New physiologist**. v. 223, n. 4, 1707-1711, 2019.
- PICOLI, E.A.T.; ISAIAS, R.M.S.; VENTRELLA, M.C.; MIRANDA, R.M. anatomy, histochemistry and micromorphology of leaves of *Solanum granuloso-leprosum* Dunal. **Bioscience Journal**. v. 29, n. 3, 655-666, 2013.
- PYLRO, V.S.; FREITAS, A.L.M.; OTONI, W.C.; SILVA, I.R.; BORGES, A.C.; COSTA, M.D. Calcium oxalate crystals in eucalypt ectomycorrhizae: morphochemical characterization. **PLoS One**. v. 8, n. 7, 1-6, 2013.
- SANGHVI, G.V.; KOYANI, R.D.; PATIL, V.S.; RAJPUT, K.S. Morpho-anatomy of *Solanum pseudocapsicum*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 21, n. 1, 11-15, 2011.
- SANTOS, S.R.G.; PAULA, R.C. Teste de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Snith & Downs. **Scientia Forestalis**. v. 12, n. 81, 07-16, 2009.

SHILPHA, J.; SATISH, L.; KAVIKKUL, M.; LARGIA, M. J. V.; RAMESH, M. Methyl jasmonate elicits the solasodine production and anti-oxidant activity in hairy root cultures of *Solanum trilobatum* L. **Industrial Crops and Products**, v. 71, 54-64, 2015.

SILVA, T. M. S.; CARVALHO, M. G.; BRAZ-FILHO, R.; AGRA, M. F. Ocorrência de flavonas, flavonóis e seus glicosídeos em espécies do gênero *Solanum* (Solanaceae). **Química Nova**, v. 26, n. 4, 517-522, 2003.

SKELTON, R.P.; MIDGLEY, J.J.; NYAGA, J.M.; JOHNSON, S.D.; CRAMER, M.D. Is leaf pubescence of Cape Proteaceae a xeromorphic or radiation-protective trait? **Australian Journal of Botany**. v. 60, 104-113, 2012.

SOUZA, C.D.; FELFILI, J.M. Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, GO, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. v. 20, n. 1, 135-142, 2006.

VIDAL, B. C. Dichroism in collagen bundles stained with Xylidine Ponceau 2 R. **Annals of Histochemical**. v. 15, 289-296, 1970.

WAHUA, C; UKOMADU, J; NICHODEMUS, C.O. Studies on Chemotaxonomic Properties of Tomato (*Solanum lycopersicum* LINN.). **Journal of Applied Sciences and Environmental Management**. v. 24, n. 1, 91-95, 2020.

CAPÍTULO 3

EFEECTO DE DIVERSOS FACTORES EN LA GERMINACIÓN Y DESARROLLO TEMPRANO DE *Alnus acuminata* KUNTH (BETULACEAE)

Data de aceite: 01/07/2021

Carolina Ramos-Montaño

Escuela de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Fisiología Vegetal, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Tunja, Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-4808-5694>

Juraci Alves de Oliveira

Laboratório de Biofísica, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Viçosa, Avenida Peter Henry Rolfs, Campus Universitário
Viçosa-MG, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-0150-2291>

Eduardo Fontes Araujo

Laboratório de Sementes, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Avenida Peter Henry Rolfs, Campus Universitário
Viçosa-MG, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-5322-6797>

Nataly Poveda-Díaz

Escuela de Ciencias Biológicas, Grupo Ecología de Organismos, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Tunja, Colombia
<https://orcid.org/0000-0003-4561-4121>

Karen L. Pulido-Herrera

Escuela de Ciencias Biológicas, Grupo Ecología de Organismos, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Tunja, Colombia
<https://orcid.org/0000-0003-3144-6550>

RESUMEN: *Alnus acuminata* es una especie arbórea recomendada para planes de recuperación de zonas degradadas en la región Andina. Sin embargo, sus capacidades germinativas han sido poco estudiadas y las investigaciones existentes muestran una gran variación en los porcentajes de germinación. Nosotros intentamos explicar las causas de estas variaciones evaluando el efecto del año de cosecha, el sustrato, la edad de la semilla, la temperatura la estratificación, y la luz en la germinación y desarrollo temprano de *A. acuminata*, a través de seis experimentos simples o combinados que tuvieron lugar entre 2015 y 2019. Hicimos comparaciones entre: cosechas de 2014, 2015 y 2016; sustratos germitest y arena-humus; temperatura constante a 25°C y alterna 20-30°C; fotoperiodo 12/12h y oscuridad; tratamientos de estratificación húmeda a 4°C con fotoperiodo o en oscuridad; estratificación en semillas de diferentes edades, hasta 300 días de almacenamiento. Finalmente, para verificar el efecto de la luz hicimos seguimiento de 35 días a germinados provenientes de tratamientos con y sin fotoperiodo. Las semillas de *A. acuminata* presentaron una alta variabilidad germinativa entre cosechas y la germinación máxima no superó el 30%. Las condiciones óptimas para germinación de *A. acuminata* fueron: almacenamiento a bajas temperaturas, pretratamiento de estratificación de pocos días, sustrato germitest y temperaturas alternas 20-30°C con fotoperiodo 12/12h. La estratificación húmeda no tuvo efecto en la oscuridad, pero sí con fotoperiodo. Se demostró que semillas almacenadas a bajas temperaturas mantienen

la viabilidad incluso 300 días después de la cosecha, aparentemente mediante regulación del tamaño del embrión y un menor contenido de humedad. El efecto positivo de la luz fue verificado al comprobar que estimulaba la emergencia y expansión cotiledonar, el fototropismo positivo, el desarrollo de hojas verdaderas y la sobrevivencia de plántulas.

PALABRAS CLAVE: Cosecha, temperatura, estratificación, fotoperíodo, tiempo poscosecha.

ABSTRACT: *Alnus acuminata* is a tree species with the potential to recovering degraded zones in the Andean region. However, its germination has been little studied, and the current knowledge shows a great variability in germination percentages. We tried to explain the causes of these variations by evaluating the effect of harvest, seed age, temperature, stratification, and light on germination and early development. From 2015 to 2019, we conducted six experiments to compare the effect of: Harvest year (2014, 2015, 2016), gemitest and sand-humus substrate, constant (25°C) and alternant temperature (20-30°C), 12/12h photoperiod and dark, and moist stratification at different storing duration (until 300 days). Finally, to study the effect of light, during 35 days, we monitored the development of germinants after seed germination with or without photoperiod. We found a high variation in the germination of *A. acuminata*, but the maximum percentage did not exceed 30%. The optimal conditions were: Storing at chilling temperatures, pretreatment of cold moist stratification by 48 days, gemitest substrate, and alternate temperatures of 20-30 with photoperiod 12/12h. The cold moist stratification was not effective in the dark. Seeds stored at chilling temperatures conserved the viability until 300 postharvest days, apparently throughout the regulation of embryo size and the reduction of humidity content. The positive effect of light caused a rapid emergency and expansion of cotyledons, phototropism, and development of true leaves, and a better seedlings survival.

KEYWORDS: Harvest, temperature, stratification, photoperiod, postharvest time.

1 | INTRODUCCIÓN

El género *Alnus* es un grupo de árboles y arbustos comúnmente conocidos como alisos, representado en cuatro subgéneros de amplia distribución en Asia, Europa y el continente americano. Los registros palinológicos de *Alnus* datan de más de 50 millones de años de antigüedad y aunque su expansión geográfica ha sido a lo largo del hemisferio norte, algunas especies se adaptaron a los ambientes tropicales descendiendo desde Norteamérica hasta Centro y Suramérica (CHEN y LI, 2004, LEOPOLD et al., 2012). La madera del aliso es valorizada y pese a tratarse de árboles de bajo porte son un componente importante de los diversos ecosistemas de bosque, especialmente por su capacidad de fijar nitrógeno, lo que les da un considerable potencial de uso en sistemas agroforestales y planes de recuperación de suelos. El aliso es considerado como especie pionera debido a su rápido crecimiento inicial (CORDERO y BOSHIER, 2003; SANTI et al., 2013; DEPTUŁA et al., 2020), lo que le convierte en un óptimo candidato para reducir la erosión del suelo y recuperar áreas afectadas por minería (UL HAQ et al., 2021).

El aliso andino *Alnus acuminata* es un árbol que puede alcanzar hasta 30 m y es

la especie de *Alnus* más representativa en Suramérica. Se distribuye en la cordillera de los Andes entre 1.500 hasta 3.000 metros de altitud, soportando periódicamente bajas temperaturas y estableciéndose en las zonas ribereñas, siendo un componente estructural del bosque de galería. *A. acuminata* es reconocida como una especie nativa de importancia para la reforestación, gracias a su sistema radicular extenso, regeneración en zonas abiertas, rápido crecimiento y capacidad de fijación de nutrientes (MURCIA, 1997; OSPINA et al., 2005; CASTAÑO-VILLA et al., 2014; URGILES et al., 2014). Con relación a su autoecología, se ha observado presencia de flores o frutos durante todo el año (ROJAS Y GOMEZ CÓRDOBA, 2008). Cada kilogramo contiene entre dos y cuatro millones de semillas de *A. acuminata* que, a pesar de tener una pérdida rápida de viabilidad, dan lugar a 50.000 – 100.000 plántulas (CORDERO Y BOSHIER, 2003; OSPINA et al., 2005).

Las semillas de *A. acuminata* miden entre 1.5 y 3 mm, y se forman en una estructura cónica dehiscente o estróbilo de brácteas duras, que cambia de color verde a marrón cuando está madura. Cada semilla consta del pericarpio, cobertura seminal y embrión, que ocupa la mayor parte de la semilla; las semillas de *Alnus* carecen de endospermo (HARRINGTON et al., 2008). Características fisiológicas de las semillas como la dormancia, la longevidad y la respuesta de la germinación a la luz varían entre especies del género *Alnus* y en el caso específico de *A. acuminata* aún han sido poco estudiadas.

Las flores masculinas y femeninas del aliso están presentes en el mismo individuo y la dispersión de semillas es anemófila. En general se ha reportado que en los estróbilos se produce una fracción considerable de semillas vacías, con porcentajes que varían dependiendo del lote (HARRINGTON et al., 2008). Para varias especies de *Alnus*, una óptima germinación requiere de pretratamientos de estratificación en frío, que pueden durar hasta 180 días, o del uso de temperaturas alternas en el germinador (BASKIN Y BASKIN, 2001; DE ATRIP Y O'REILLY, 2005; GOSLING et al., 2009; HARRINGTON et al., 2008; MAPA, 2009). Los escasos estudios de germinación en *A. acuminata* reportan resultados variables en los porcentajes de germinación, que van desde 1% hasta 80%, una longevidad de las semillas menor a un año y un efecto positivo de la luz en la germinación (RUIZ Y OROZCO, 1986; ACEÑOLAZA, 1997).

Dada la importancia de *A. acuminata* en los ecosistemas altoandinos, y el conocimiento limitado con relación a sus patrones germinativos, que es un obstáculo para el desarrollo de metodologías que mejoren su potencial de uso en planes de restauración, el presente estudio se enfocó en el efecto de diferentes factores sobre la germinación de *A. acuminata*. Con el fin de descubrir cómo el año de cosecha, la edad de la semilla, la estratificación, el sustrato, la temperatura y la luz participan en la gran variabilidad de germinación reportada, y establecer cuáles son las condiciones óptimas que maximizan la germinación.

2 | METODOLOGÍA

2.1 Procedimiento base

Las semillas de *A. acuminata* usadas durante los experimentos fueron suministradas por la empresa forestal El semillero S.A. Durante la realización del estudio fueron usadas semillas cosechadas en diciembre de 2014, junio de 2015 y febrero de 2016. La información del proveedor indicó una pureza promedio del 60%, y el pretratamiento recomendado por la empresa era de mínimo 24 horas de imbibición en agua a temperatura ambiente antes de colocar las semillas a germinar. Las semillas fueron almacenadas en ambiente seco a 4°C y 35% de humedad relativa hasta el experimento correspondiente.

Se realizaron un total de seis experimentos. El procedimiento base para la mayoría de estos consistió en colocar las semillas totalmente sumergidas en agua desionizada durante 48 horas en frascos de 30 ml protegidos de la luz. Luego 0.1±0.005 g de las semillas preimbibidas fueron colocadas en cajas de germinación estándar de 10X10 cm con el sustrato correspondiente. A excepción del experimento 2, en todos los casos el sustrato germinativo fue papel germitest, humedecido con unos 6 ml de agua (2.5 veces el peso del papel). Las cajas fueron llevadas a cámara de germinación para ajustar las condiciones específicas de luz, temperatura y fotoperiodo para cada experimento. La luz dentro de la cámara provenía de cuatro lámparas fluorescentes de 35 vatios, que al estar encendidas generaban una radiación aproximada de 50 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$. Cada caja de germinación con semillas fue definida como una réplica, y se consideró una semilla germinada cuando la radícula emerge a través del pericarpio. El número de semillas germinadas fue registrado cada tres o cuatro días hasta estabilización de la curva y con esa misma periodicidad fue aleatorizada la posición de las cajas dentro de la cámara de germinación.

Experimento 1: Efecto de la cosecha en la germinación

Seis réplicas de cada lote de semillas: 2014, 2015 y 2016 fueron colocados a germinar a temperatura constante de 25° y sin luz.

Experimento 2: Efecto de la cosecha, temperatura y sustrato en la germinación

Semillas del lote 2014 y lote 2015 fueron sometidas a germinación bajo dos condiciones de temperatura: Constante a 25°C y alterna 20-30°C (12/12 h). Adicionalmente fueron evaluados dos tipos de sustrato: mezcla orgánica de arena-humus en proporción 1:1 y papel germitest. El diseño final fue de tres factores con 4 réplicas.

Experimento 3: Efecto de la estratificación húmeda en la germinación

Semillas de la colecta de 2015 fueron sometidas a diferentes niveles de estratificación en oscuridad. Las semillas control recibieron el pretratamiento base de imbibición a 25°C por 48 horas. Las semillas sometidas a estratificación fueron sumergidas en agua desionizada y mantenidas en refrigeración a 4°C durante 7, 15, 30, 45 y 60 días, tiempo al final del cual fueron colocadas en cajas de germinación. Se registró la germinación en 6 réplicas por tratamiento, bajo condiciones de temperatura alterna 20-30°C (12/12h) sin luz.

Experimento 4: Efecto de la luz y la estratificación.

Para este experimento se activó el fotoperíodo 12/12 h en la cámara de germinación con temperaturas alternas 20-30°C y para las semillas sin fotoperíodo se cubrieron las cajas de germinación en plástico negro. Semillas del lote 2015 fueron sometidas a cuatro tratamientos: Control (preimbibición a 25° por 48 horas) con y sin fotoperíodo, estratificación (preimbibición a 4°C por 48 horas) con y sin fotoperíodo. Se montaron 5 réplicas para cada uno de los cuatro tratamientos.

Experimento 5: Efecto de la estratificación y la edad en la viabilidad y tamaño de embrión.

La viabilidad de las semillas se estableció por medio de la prueba de viabilidad de cloruro de trifenil tetrazolio (TTC). Semillas del mismo lote fueron separadas en dos grupos, uno almacenado a temperatura ambiente y otro mantenido en nevera a 4°C. Cada 50 días, se colocaron semillas en preimbibición húmeda por 48 horas, a la temperatura correspondiente en cada caso, y se diseccionaron 300 semillas para test de viabilidad. Una prueba positiva se registró cuando hubo tinción total del embrión (Figura 1). Seis embriones además fueron medidos polar y ecuatorialmente para calcular el área de tamaño en milímetros. Adicionalmente, cinco réplicas de 0.5 g de semillas fueron pesadas en fresco y secadas en horno para calcular el porcentaje de humedad.

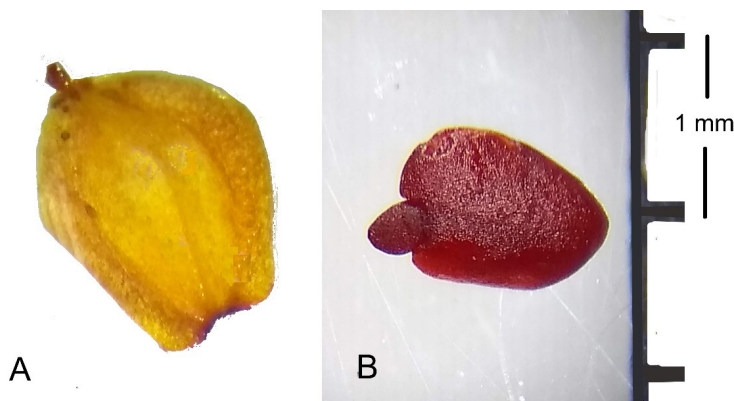


Figura 1. A. Semilla de *A. acuminata*. B. Embrión viable por método de tinción con TTC.

Experimento 6: Efecto de la luz en el desarrollo temprano

Los primeros 24 germinados de los 2 tratamientos: Estratificación con fotoperíodo y estratificación sin luz, provenientes del experimento 4, fueron separados y mantenidos sobre papel germitest humedecido a temperatura de 25°C y fotoperíodo 12/12 durante 10 días, tiempo en el cual se evaluó:

La emergencia cotiledonar (Figura 2.A): Porcentaje de germinados donde los cotiledones expulsaron la envoltura seminal, pero aún permanecen cerrados.

La expansión cotiledonar (Figura 2.B): Porcentaje de germinados con cotiledones abiertos y orientados en posición perpendicular con el eje de crecimiento.

El fototropismo positivo (Figura 2.C): Porcentaje de germinados que se orientan en posición vertical en dirección a la luz, con cotiledones en máxima exposición.

Una vez evidente la diferenciación radicular, los germinados fueron transferidos para bandejas con arena estéril, donde el seguimiento se extendió por dos semanas más para registrar la aparición de la primera hoja verdadera con una medida mínima de 2 mm (Figura 2.D), y la presencia de dos o más hojas verdaderas (Figura 2.E). La presencia de hojas verdaderas fue considerada como la característica que demarca el paso de germinado a plántula.

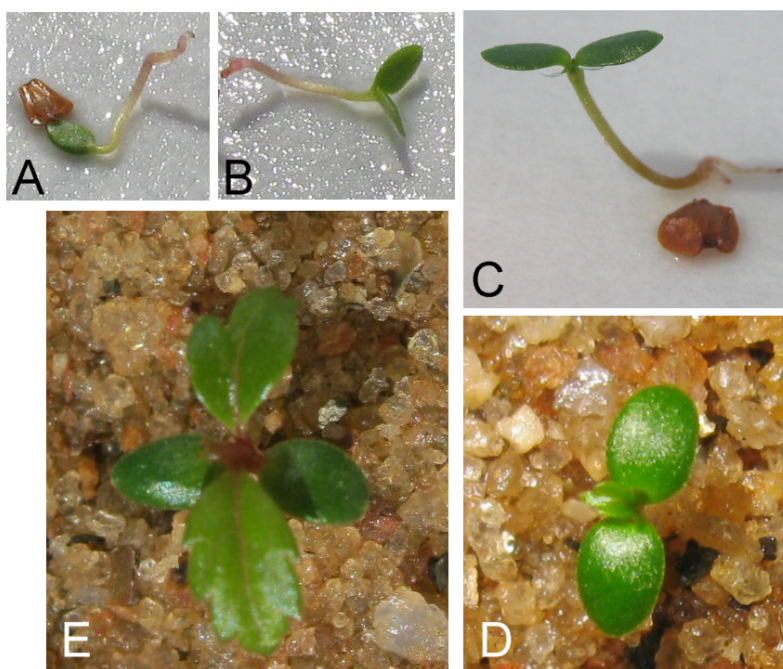


Figura 2. Desarrollo temprano de *A. acuminata*. A. Emergencia cotiledonar; B. Expansión cotiledonar; C. Fototropismo positivo; D. Aparición de la primera hoja verdadera; E. Dos hojas verdaderas.

2.2 Análisis estadístico

Los datos de germinación fueron corregidos por la pureza y expresados en porcentaje. Inicialmente se verificó la distribución normal de resultados de los experimentos 1 a 5 con el test de Kolmogorov-Smirnov y la probabilidad de Lilliefors. Luego se comparó los efectos de los diferentes factores, independientes o en posible interacción, mediante ANOVA y comparación múltiple de medias de Fisher LSD. Todas las pruebas estadísticas fueron desarrolladas con el software Statistica v.10.0 (StatSoft, Inc.).

3 I RESULTADOS

Bajo condiciones de temperatura constante, la media de germinación del 2014 ($19.74 \pm 2.25\%$) fue mayor a la del 2015 ($13.13 \pm 2.77\%$), que a su vez fue mayor a la del 2016 ($5.33 \pm 0.53\%$) (Figura 3). Por otra parte, las temperaturas alternas $20-30^{\circ}\text{C}$ estimularon significativamente la germinación en comparación con la temperatura constante a 25°C , alcanzando $28.54 \pm 3.04\%$ en el lote 2014 y $19.8 \pm 0.74\%$ en el lote 2015. Además, las semillas en temperaturas alternas germinaron en un tiempo medio de 24 días, mientras que las semillas a 25°C demoraron 30 días en germitest y 42 días en sustrato orgánico. El papel germitest fue el mejor sustrato para la germinación de *A. acuminata*, pues en sustrato orgánico a 25°C la germinación se redujo en 37% y 49% para 2014 y 2015 respectivamente (Figura 4).

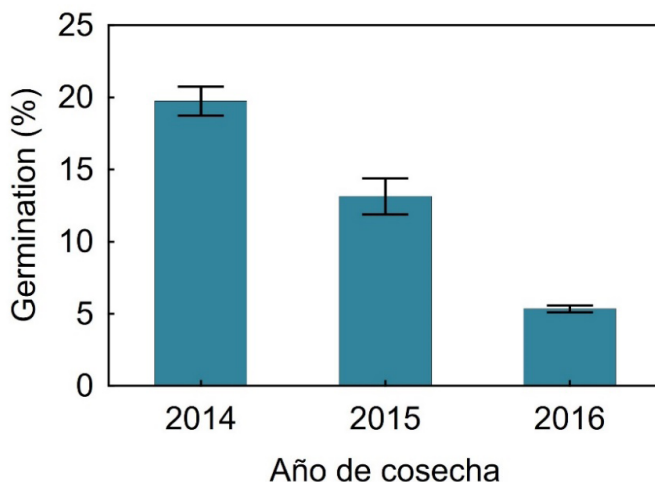


Figura 3. Germinación de *A. acuminata* en tres cosechas diferentes, bajo condiciones estándar de 25°C y fotoperiodo 12/12 h.

La estratificación húmeda a 4°C no tuvo efectos positivos en la germinación de semillas en condiciones de oscuridad y temperaturas alternas $20-30^{\circ}\text{C}$ (Figura 5). Los pretratamientos de 7 y 15 días de estratificación dieron una germinación similar al control (germinación promedio: $21.7 \pm 3.9\%$) pero al aumentar los tiempos de pretratamiento la germinación fue cada vez menor: 11.9%, 5.2% y 1.83% con 30, 45 y 60 días, respectivamente.

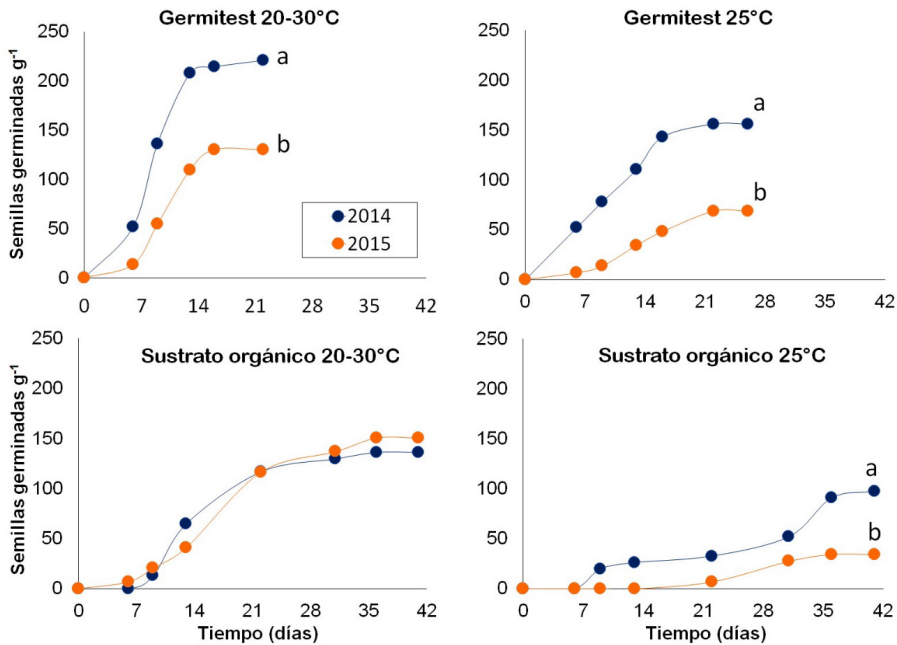


Figura 4. Efecto de la temperatura y el sustrato en semillas de *A. acuminata* de cosecha 2014 y 2015, en condiciones de oscuridad.

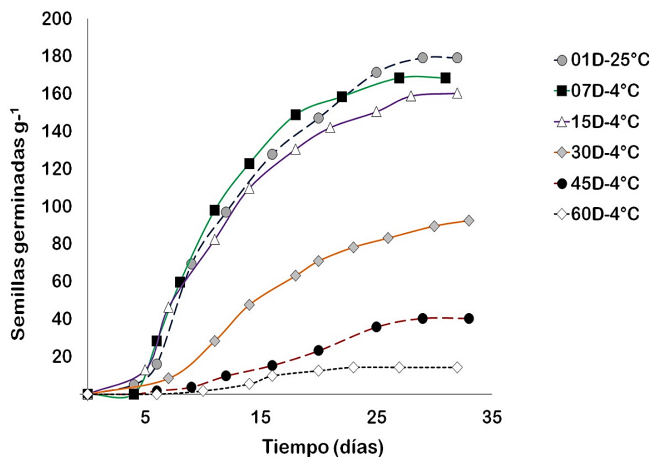


Figura 5. Efecto de estratificación húmeda en frío (4°C) de 7, 15, 30, 45 y 60 días, en la germinación de *A. acuminata*. Condiciones de germinación: Temperaturas alternas 20-30°C, sin luz.

Las semillas con mayor germinación en este estudio fueron aquellas que recibieron estratificación húmeda de 48 horas con fotoperiodo (29.25±1.7%) y el tratamiento menos eficiente fue la imbibición normal a 25°C en condiciones de oscuridad (19.8±2.1%) (Figura 6). Al comparar los tratamientos con el mismo tipo de imbibición, fue notorio que el efecto de la luz llevó a una mayor germinación en ambos casos, aunque el efecto de la luz no fue

estadísticamente significativo (Efecto de la estratificación: $F=12.25$, $p<0.01$. Efecto de la luz: $F=0.64$, $p=0.43$).

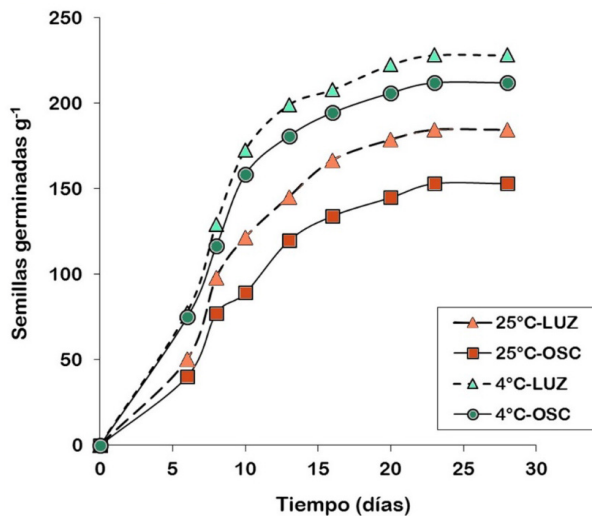


Figura 6. Geminación del pretratamiento de estratificación húmeda a 4°C versus preimbibición a 25°C, con y sin fotoperíodo de 12/12 horas. Temperatura alterna 20-30°C.

La estratificación húmeda operó en la semilla regulando el tamaño del embrión, al mismo tiempo que mantuvo un bajo contenido de humedad. Esto permitió que semillas con 200 o más días de almacenamiento tuvieran una viabilidad significativamente menor a la de semillas conservadas a temperatura ambiente y sin estratificar (Figura 7).

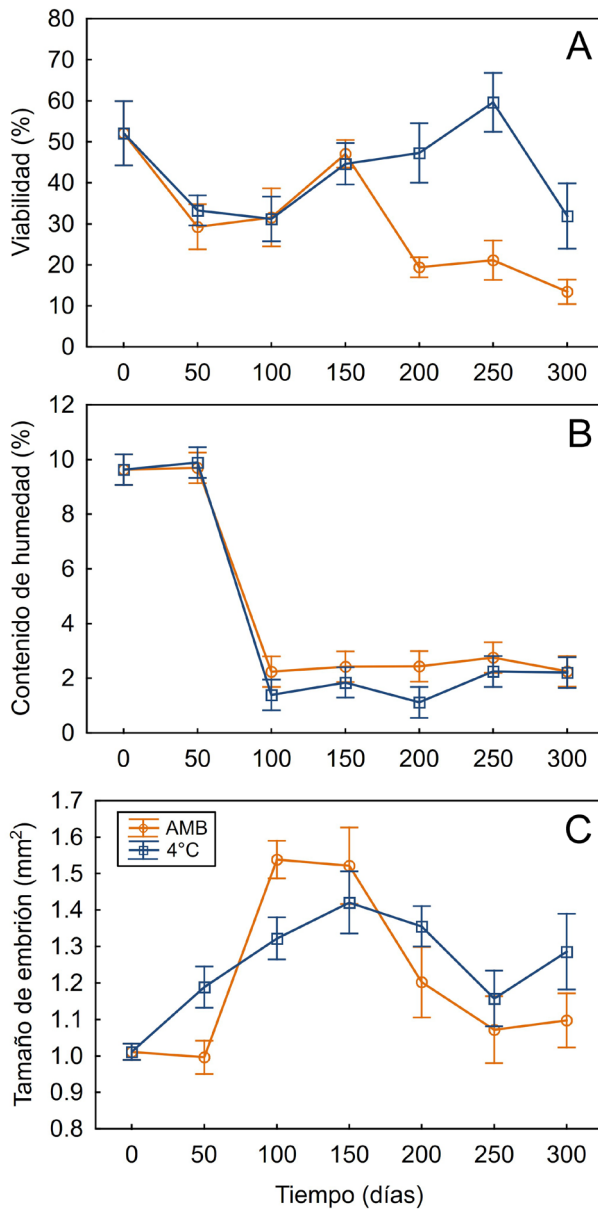


Figura 7. Efecto de la estratificación húmeda (4°C) sobre la viabilidad (A), el contenido de humedad (B) y el tamaño del embrión (C).

La luz tuvo una influencia positiva en todos los parámetros de desarrollo temprano. Las plántulas que provenían de semillas germinadas en oscuridad presentaron una frecuencia menor de emergencia cotiledonar (-12.5%), expansión cotiledonar (-12.5%), fototropismo positivo (-16.6%), aparición de la primera hoja verdadera (-25.5%), presencia de dos o más hojas verdaderas (-20.1%) y sobrevivencia (-34.5%), a lo largo de un seguimiento de 35

días (Figura 8). La diferencia en las distribuciones de la respuesta múltiple fue altamente significativa ($X^2=21.89$, g. l=5, $p<0.01$).

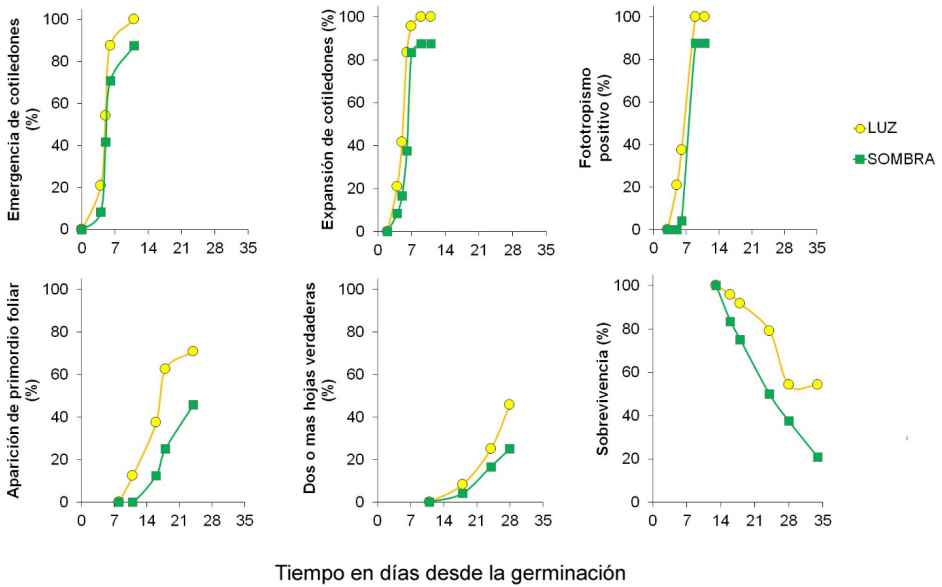


Figura 8. Efecto de la luz sobre el desarrollo temprano, a lo largo de 35 días de seguimiento en fotoperiodo 12/12 h. Los porcentajes corresponden a la frecuencia relativa de un N inicial de 24 germinados.

4 | DISCUSIÓN

En este estudio *A. acuminata* presentó una germinación menor al 30% y diferencias significativas entre años de cosecha, rasgo que no es común en las especies del género *Alnus*. Se han reportado porcentajes de germinación inferiores al 50% en *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Alnus serrulata* y *Alnus viridis* (HARRINGTON et al., 2008). Sin embargo, para el caso específico de *A. acuminata* la germinación encontrada es suficiente para asegurar la producción de más de 100.000 plántulas por kilo de semillas.

Los resultados también demostraron la alta variabilidad germinativa reportada para *A. acuminata*, que se ha sugerido estar relacionadas a diferencias en el potencial germinativo entre árboles semilleros, e incluso en un mismo árbol semillero. En un estudio en Guatemala se comparó a 50 árboles de una misma población y se encontró valores germinativos entre 2.5% y 94% (MURILLO, 1998), mientras en un estudio similar en Argentina se evaluó 10 árboles con porcentajes entre 24% y 79% (ACEÑOLAZA, 1997). Esta amplia variación en la capacidad germinativa de *A. acuminata* estaría relacionada además con el tamaño del estróbilo y la posición que la semilla ocupa en el estróbilo (RUIZ

Y OROZCO, 1986).

Previamente se había reportado que la capacidad germinativa de *A. acuminata* aumenta con un tiempo de almacenamiento de 20 días y que aparentemente una parte de las semillas alcanza la madurez durante ese período (RUIZ Y OROZCO, 1986). En casos similares con otras especies se ha considerado que el almacenamiento a temperaturas frías es *per se* una estratificación seca (COUSINS et al., 2014). Sin almacenamiento a bajas temperaturas la viabilidad de las semillas de *Alnus* se reduce significativamente en unos pocos meses (ACEÑOLAZA, 1997; BASKIN Y BASKIN, 2001). En este estudio se observó que las semillas más antiguas, colectadas en el 2014 y almacenadas a bajas temperaturas aún conservaban su capacidad germinativa a mediados del 2016.

Se comprobó con los diferentes experimentos que las mejores condiciones para germinar las semillas de *A. acuminata* son: papel germitest como sustrato, temperaturas alternas 20-30°C y condiciones de luz 12/12 h. La germinación también fue favorecida por un pretratamiento de imbibición a 4°C por 48 horas, que indicaría que las semillas de *A. acuminata* tienen algún grado de dormancia.

Al igual que *A. acuminata*, existen varias especies de *Alnus* que tienen su germinación óptima con temperaturas alternas 20-30°C (BASKIN Y BASKIN, 2001; MAPA, 2009) lo que se atribuye a los contrastes climáticos que estas plantas experimentan en su área de distribución y que determinan la época favorable para la germinación. *A. acuminata* soporta una alta variabilidad diurna de temperatura, típica de los ecosistemas altoandinos, que se amplía especialmente en la época seca, justamente la época recomendada para la colecta de semillas (OSPINA et al., 2005). No obstante, la máxima germinación registrada en este estudio se dio cuando las temperaturas alternas 20-30°C eran combinadas con luz y estratificación húmeda a 4°C.

En un estudio comparativo de especies arbóreas en un mismo ecosistema, se encontró una especie con interacción positiva de luz y temperatura alterna, otra con efecto positivo de la temperatura alterna independiente de la luz, otra con efecto positivo de la luz y poco dependiente de la temperatura, y una última especie de rápida germinación y totalmente irresponsiva a luz o temperatura (VARGAS FIGUEROA et al., 2015). Lo que sugiere que las especies presentan diferenciación de sus estrategias regenerativas para asegurar su coexistencia. Otros estudios han sugerido que las temperaturas alternas compensan la germinación de semillas fotoblásticas en ausencia de luz, mientras que la luz no tiene el mismo efecto compensatorio en semillas que requieran de oscilaciones de temperatura (SIMÃO Y TAKAKI, 2008). Aunque en este estudio no se evaluó el efecto de la luz de manera independiente, sí existen reportes de que a 25°C la luz cuadruplica la germinación de semillas de *A. acuminata* en comparación con condiciones de oscuridad (ARAYA et al., 2000).

La preimbibición a 4°C o estratificación húmeda aumentó la viabilidad y germinación, regulando el tamaño del embrión y el contenido de humedad. Estos rasgos corresponden

a semillas con una dormancia morfofisiológica (BASKIN Y BASKIN, 2004), que sería superada con aplicación de giberelina (DE ATRIP Y O'REILLY, 2007; POVEDA-DÍAZ et al., 2020). Otras especies de aliso como *A. glutinosa* presenta óptimos de germinación con 30 días de estratificación; *A. crispa* y *A. virilis* tienen tratamientos recomendados de hasta 60 y 90 días respectivamente (HARRINGTON et al., 2008).

Finalmente, este estudio demostró que la presencia de luz durante la germinación es fundamental en todos los pasos del desarrollo temprano de *A. acuminata*. Al final de 35 días de seguimiento, la supervivencia hasta este estado de plántula era del 54% en comparación con sólo el 21% cuando las semillas habían germinado en oscuridad. Dado que esta especie inicia simbiosis con Frankia y micorrizas a temprana edad (CORDERO Y BOSHIER, 2003; BECERRA et al., 2009), con el sustrato adecuado estas plántulas de 35 días ya tienen opciones favorables de crecimiento. Ensayos similares que evalúen el éxito germinativo mediante el número de plántulas viables son recomendables para verificar los efectos de otros factores ambientales en *A. acuminata*.

5 | CONCLUSIONES

Las semillas de *A. acuminata* presentan una alta variabilidad germinativa entre cosechas y edad de la semilla, que explicarían a su vez la alta variabilidad en los porcentajes de germinación reportados. Las condiciones óptimas para germinación de *A. acuminata* fueron: almacenamiento a bajas temperaturas, pretratamiento de estratificación de pocos días, sustrato germitest y temperaturas alternas 20-30°C con fotoperiodo 12/12 h. Además, se recomienda evaluar el éxito germinativo con el conteo de plántulas viables.

REFERENCIAS

ACEÑOLAZA, P.G. Longevidad y variación en los porcentajes de germinación de *Alnus acuminata* Kunth ssp *acuminata* (Betulaceae). **Brenesia**, 47, 109-115. 1997.

ARAYA, E; GÓMEZ, L.; HIDALGO, N; VALVERDE, R. Efecto de la luz y del ácido giberélico sobre la germinación in vitro de Jaúl (*Alnus acuminata*). **Agronomía Costarricense**. 24, 75-80. 2000.

BASKIN, C.C; BASKIN, J.M. *Seeds: ecology, biogeography, and, evolution of dormancy and germination*. San Diego, USA, Academic Press. 2001.

BASKIN, J.M; BASKIN, C.C. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**. 14, 1-16. 2004.

BECERRA, A.G et al. *Alnus acuminata* in dual symbiosis with Frankia and two different ectomycorrhizal fungi (*Alpova austroalnicola* and *Alpova diplophloeus*) growing in soilless growth medium. **Symbiosis**. 47, 85-92. 2009.

- CASTAÑO-VILLA, G.J; ESTEVEZ, J.V; FONTÚRBEL, F.E. The role of native forest plantations in the conservation of Neotropical birds: The case of the Andean alder. **Journal for Nature Conservation** 22, 547-551. 2014.
- CORDERO, J; BOSHIER, D.H. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Costa Rica, **CATIE**. 2003.
- COUSINS, S; WITKOWSKI, E; MYCOCK, D. Seed storage and germination in *Kumara plicatilis*, a tree aloe endemic to mountain fynbos in the Boland, south-western Cape, South Africa. **South African Journal of Botany**. 94, 190-194. 2014.
- CHEN, Z; LI, J. Phylogenetics and biogeography of *Alnus* (Betulaceae) inferred from sequences of nuclear ribosomal DNA ITS region. **International Journal of Plant Sciences**. 165, 325-335. 2004.
- DE ATRIP, N; O'REILLY, C. Effect of seed moisture content during prechilling on the germination response of alder and birch seeds. **Seed Science and Technology**. 33, 363-373. 2005.
- DE ATRIP, N. AND O'REILLY, C. Germination response of alder and birch seeds to applied gibberellic acid and priming treatments in combination with chilling. **Annals of Forest Science**. 64, 385-394.2007.
- DEPTULA, M et al. *Alnus glutinosa* L. Gaertn. as potential tree for brackish and saline habitats. **Global Ecology and Conservation**, 22 <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00977>. 2020.
- GOSLING, P.G., MCCARTAN, S.A. AND PEACE, A.J. Seed dormancy and germination characteristics of common alder (*Alnus glutinosa* L.) indicate some potential to adapt to climate change in Britain. **Forestry**. 82, 573-582. 2009.
- HARRINGTON, C.A., BRODIE, L.C., DEBELL, D.S. AND SCHOPMEYER, C.S. *Alnus* P. Mill.: Alder. pp 232-242 in Bonner, F.T. and Karrfalt, R.P. (Eds) **Woody plant seed manual**. Washington, USA, Department of Agriculture, Forest Service. 2008.
- LEOPOLD, E. et al. Pollen morphology of the three subgenera of *Alnus*. **Palynology** 36, 131–151. 2012 <https://doi.org/10.1080/01916122.2012.657876>
- MAPA. *Regras para análise de sementes*. Brasília, Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Brasil. 2009.
- MURCIA, C. Evaluation of Andean alder as a catalyst for the recovery of tropical cloud forests in Colombia. **Forest Ecology and Management**. 99, 163-170. 1997.
- MURILLO, O. Variación en parámetros de germinación de una población natural de *Alnus acuminata* de Guatemala. **Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales CATIE**, 4-8. 1998.
- OSPINA, C.M., HERNÁNDEZ, R.J., GÓMEZ, D.E., GODOY, J.A., ARISTIZÁBAL, F.A., PATIÑO, L.N. AND MEDINA, J.A. Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana: El Aliso o Cerezo. Manizales Colombia, **CENICAFÉ**. 2005.
- POVEDA-DÍAZ N., RAMOS-MONTAÑO C. AND PULIDO-HERRERA, K.L. ¿La giberelina aumenta la aclimatación de plántulas de *Alnus acuminata* al arsénico?. **Bosque** 41, 45-53. 2020

ROJAS RODRIGUEZ, F. AND GOMEZ CÓRDOBA, G. Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción. **Revista Forestal Mesoamericana Kurú**. 5, 2008.

RUIZ, M.C. OROZCO, M. Efecto de la posición de los frutos en el estróbilo y tamaño de los mismos, sobre el porcentaje de germinación en *Alnus acuminata* H.B.K. (Betulaceae). **Caldasia**. 14, 455-463. 1986.

SANTI, C., BOGUSZ, D. FRANCHE, C. Biological nitrogen fixation in non-legume plants. **Annals of botany**. 111, 743-767. 2013.

SIMÃO, E. TAKAKI, M. Effect of light and temperature on seed germination in *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn.(Melastomataceae). **Biota Neotropica**. 8, 63-68. 2008.

UL HAQ, et al. Ecosystem Services of Himalayan Alder, bookTitle **Ecological Intensification of Natural Resources for Sustainable Agriculture**, 429-459. 2021.

URGILES, N., STRAUß, A., LOJÁN, P. AND SCHÜBLER, A. Cultured arbuscular mycorrhizal fungi and native soil inocula improve seedling development of two pioneer trees in the Andean region. **New forests**. 45, 859-874. 2014.

VARGAS FIGUEROA, J.A., DUQUE PALACIO, O.L. TORRES GONZÁLEZ, A.M. Germinación de semillas de cuatro especies arbóreas del bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. **Revista de Biología Tropical**. 63, 249-261. 2015.

CAPÍTULO 4

QR CODE COMO FERRAMENTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DE DADOS BOTÂNICOS NO PARQUE PEDRA DA CEBOLA, VITÓRIA-ES

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 06/05/2021

Luana Palomo Mussallem

Centro Universitário Salesiano – Unisales
Vitória – ES
<http://lattes.cnpq.br/6960260896773944>

Danilo Camargo Santos

Centro Universitário Salesiano – Unisales
Vitória – ES
<http://lattes.cnpq.br/9193838397412920>

Richard Campos Rangel

Centro Universitário Salesiano – Unisales
Vitória – ES
<http://lattes.cnpq.br/6758607158413021>

Aleide Cristina de Camargo

Centro Universitário Salesiano – Unisales
Vitória – ES
<http://lattes.cnpq.br/1360114141758631>

RESUMO: As ferramentas tecnológicas vêm facilitando o modo de vida da sociedade, por exemplo, o QR Code, um código bidimensional de barras que armazena várias informações, podendo ser uma ótima estratégia para a divulgação de informações científicas complexas, como a Botânica. O objetivo dessa pesquisa foi criar um site para armazenar as informações das espécies e verificar o uso do QR Code como ferramenta de divulgação científica de informações botânicas, no Parque Pedra da Cebola, Vitória-ES. No site ficou armazenado

informações de 18 espécies vegetais e as placas de identificações que continham o QR Code, para que o visitante do parque pudesse acessar as informações. Isso possibilita aos visitantes adquirirem mais conhecimentos científicos para somar ao entretenimento. A coleta de dados foi feita através de um questionário semiestruturado, disposto no próprio site, acessível pelo próprio celular. Desta forma foram 59 respondentes, a maioria tinha ensino superior completo e idade entre 21 e 40 anos. O QR Code foi efetivo em despertar maior interesse pelas plantas, possibilitando uma aproximação dos visitantes com as espécies. Porém, os resultados mostram que é necessário um conhecimento prévio sobre a utilização da tecnologia por partes dos visitantes, além de incentivos para acessar o QR Code.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia. Informação. Plantas.

QR CODE AS A SCIENTIFIC DISSIMINATION TOOL FOR BOTANICAL DATA IN THE “PEDRA DA CEBOLA” PARK, VITÓRIA-ES

ABSTRACT: Technological tools are increasingly embedded in people’s daily lives, facilitating the way they live. Among these tools, we can mention the QR Code, a two-dimensional bar code that stores various information, which can be a great strategy for the dissemination of complex scientific information, such as Botany. This enables the human being to acquire more scientific knowledge to develop in society. The objective of this research was to verify the use of the QR Code as a tool for scientific dissemination

of botanical information, in Pedra da Cebola Park, Vitória-ES. A website was created with information on 18 botanical species, as well as nameplates that contained the QR Code, so that the park visitor could access the information. Data collection was done through a questionnaire, available on the website, accessible by mobile phone. Most respondents had completed higher education and were between 21 and 40 years old. The QR Code was effective in arousing greater interest in the plants, allowing a closer contact between the visitors and the species. However, the results show that prior knowledge about the use of technology by visitors is required, as well as incentives to access the QR Code.

KEYWORDS: Technology. Information. Plants.

1 | INTRODUÇÃO

Os avanços na tecnologia têm provocado diversos impactos na sociedade, na forma como ela vive e se organiza, provocando diversas transformações sociais e culturais. Ou seja, a tecnologia passou a fazer parte do modo pelo qual o ser humano se desenvolve e se relaciona entre si e com o meio no qual está inserido (KOHN; MORAES, 2007).

Vivemos dias de intensa interferência de inovações científicas/tecnológicas no contexto social. As relações humanas são fortemente ressignificadas pela influência desses aparatos e nosso cotidiano é totalmente permeado por eles (VALÉRIO; BAZZO, 2006, s/p).

As novas interfaces entre o mundo real e virtual possibilitam as mais diversas formas de comunicação e interlocução. Nesse contexto, pode-se citar o QR Code, que significa “*Quick Responsive Code*” (código de resposta rápida). Por se tratar de um código de imagem preto e branco bidimensional, a sua implementação possui baixo custo. Através da codificação binária representada por pequenos quadrados pretos e brancos em uma imagem, qualquer mensagem de texto pode ser escrita ou lida, sendo o uso mais comum a codificação de endereços “Web”. Desta forma, uma etiqueta com o QR Code pode funcionar como um gatilho para que dispositivos móveis, como “*smartphones*” e “*tablets*”, acessem informações relevantes a um objeto real via internet (WAVE, 2019).

A utilização do QR Code está cada vez mais difundida como ferramenta integradora em projetos educacionais. Por ser uma via entre objetos reais e informações disponíveis na internet, é possível integrar vários tipos de mídia, como: texto, áudio, vídeos, aplicativos, jogos e outros, em um ambiente de aprendizagem como salas de aula, museus, parques, laboratórios e outros (RIBAS et al, 2017).

O QR Code é uma ferramenta que também pode ser utilizada na divulgação científica, já que o objetivo da tecnologia é armazenar informações e disponibilizá-las para que as pessoas tenham acesso rápido a elas.

De acordo com Bueno (apud BUENO, 2010, p. 02) a divulgação científica é a “[...] utilização de recursos, técnicas, processos e produtos (veículos ou canais) para a veiculação de informações científicas, tecnológicas ou associadas a inovações ao público leigo”. É “a tradução de uma linguagem especializada para uma leiga, visando a atingir um

público mais amplo” (ALBAGLI, 1996, p. 397). Assim, essa tecnologia pode ser utilizada para a divulgação científica de diversas áreas, como a Botânica.

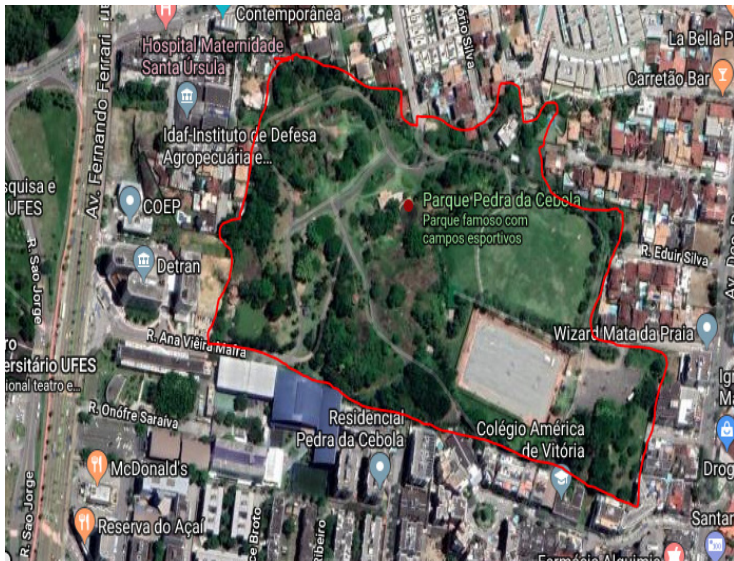
Segundo Kinoshita e outros (apud ARAÚJO; SILVA, 2015) a Botânica está diretamente ligada com o cotidiano das pessoas, pois basta olhar ao redor e reparar que na nossa alimentação, nas roupas que vestimos e nos lugares bonitos que gostamos de visitar, há sempre vegetais permeando nossas rotinas. Porém, normalmente as pessoas demonstram pouco interesse pelo assunto, e por isso é necessário utilizar ferramentas atrativas que geram maior interesse, como QR Code. Esta ferramenta associada ao ensino de botânica, proporciona ao indivíduo maior interação com o conteúdo, pois ao adquirir informações das plantas, faz com que este tenha maior interesse e cuidado (RODRIGUES, 2017).

Considerando o exposto acima, o objetivo desta pesquisa foi criar um site para armazenar as informações de espécies botânicas e verificar a eficiência do uso do QR Code como ferramenta de divulgação científica, com ênfase em informações botânicas do Parque da Pedra da Cebola, Vitória-ES. É importante ressaltar que os parques ecológicos são, costumeiramente, espaços abertos para visitação sem que seja necessária uma intenção prévia de estudo e pesquisa por parte dos frequentadores. Porém, a quantidade de informações que poderiam ser transmitidas é, sem dúvida, extensa e pouco explorada. Em termos práticos, esse trabalho visou oferecer aos visitantes um aumento de conhecimento sobre as espécies botânicas ali presentes, tornando a visita mais agradável, divertida e educativa.

2 | METODOLOGIA

2.1 Área de estudo e participantes da pesquisa

O local escolhido para ser realizada a pesquisa foi o Parque Pedra da Cebola (mapa 01), localizado no município de Vitória/ES, entre os bairros Jardim da Penha e Mata da Praia, em frente a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), no segundo semestre de 2019.



Mapa 1 – Imagem de satélite do Parque Pedra da Cebola (limites indicados pela linha vermelha).

Fonte: Google Maps (2019).

Segundo a Prefeitura de Vitória (2019), o local onde o parque foi fundado, em novembro de 1997, era uma pedreira da mineradora Vale, chamada “Pedreira de Goiabeiras”. A região é considerada a primeira área recuperada de atividades provenientes de mineração do município. O parque recebeu esse nome devido a uma grande formação rochosa, ter o aspecto visual de uma cebola, localizada na parte mais alta e central do parque, o que foi provocado pelo processo geológico erosivo de desgaste rochoso.

O parque tem cerca de 100.000m², com espécies da Mata Atlântica e de Restinga, além de espécies nativas do local e variedades de animais, como aves e répteis. Possui também um campo de futebol e, ao seu lado, uma área ampla onde ocorrem vários eventos esportivos, sociais, culturais, entre outros. Logo, os visitantes do parque o procuram para descansar, passear, praticar esporte, participar de eventos, conhecer o parque ou até mesmo para realização de pesquisas (PREFEITURA DE VITÓRIA, 2019).

Dessa forma, os participantes da pesquisa são os próprios visitantes que se mostram interessados em saber curiosidades de algumas espécies de plantas existentes no parque. Nesse sentido, não houve quaisquer critérios de exclusão, seja por identidade de gênero, raça, religião, idade e classe social. Não foi necessário conhecimento na área de botânica, porém, foi preciso ter conhecimento prévio em como usar um “*smartphone*”, aplicativos e acesso à internet, além de ter um aparelho com essas funções.

2.2 Procedimentos e implementação

A primeira etapa da pesquisa de campo foi a escolha e identificação das espécies

botânicas utilizadas na pesquisa. Os critérios de escolha das espécies foram (1) a proximidade da área de maior circulação de visitantes (quanto mais próximo, melhor), (2) a ocorrência em trilhas mais utilizadas do parque e (3) plantas utilizadas pelo setor de Educação Ambiental em rotas educativas. Assim, foram escolhidas 18 espécies de plantas, que foram utilizadas para divulgar suas informações, como mostra a tabela 01.

Nome popular	Nome Científico
Albizia	<i>Albizia julibrissin</i>
Algodoeiro	<i>Hibiscus tiliaceus</i>
Árvore do Viajante	<i>Ravenala madagascariensis</i>
Bougainville	<i>Bougainvillea spectabilis</i>
Candelabro	<i>Euphorbia ingens</i>
Chapéu de Napoleão	<i>Thevetia peruviana</i>
Espirradeira	<i>Nerium oleander</i>
Fícus	<i>Ficus macrophylla</i>
Ipê de Jardim	<i>Tecoma stans</i>
Hibisco-colibri	<i>Euphorbia trigona</i>
Palmeira Imperial	<i>Roystonea oleracea</i>
Pândano	<i>Pandanus utilis</i>
Pata de elefante	<i>Beucarnea recurvata</i>
Pata de vaca	<i>Bauhinia variegata</i> var. <i>variegata</i>
Pau Brasil	<i>Paubrasilia echinata</i>
Planta Prata	<i>Leucophyllum frutescens</i>
Rosa do deserto	<i>Adenium obesum</i>
Urucum	<i>Bixa orellana</i>

Tabela 01 – Espécies do parque escolhidas para a pesquisa.

Fonte: Elaboração própria (2019).

O próximo passo foi a criação do site na “Wix”, uma plataforma “online” gratuita de criação e edição de site, para armazenar os dados técnicos das espécies. As informações foram dispostas em dois formatos: (1) vídeo, no qual os dados foram expostos de forma mais simplificada e de fácil entendimento, (2) e texto, que continha informações com termos mais técnicos e/ou científicos.

Também na plataforma Wix foi disponibilizado o questionário, que inicialmente pede ao participante informações pessoais, como: faixa etária (0-20, 21-40, 41-60, 61-80 e 81-100), grau de escolaridade (Ensino Fundamental Completo, Ensino Fundamental Incompleto, Ensino Médio Completo, Ensino Médio Incompleto, Ensino Superior Completo e Ensino Superior Incompleto). Posteriormente são feitas as seguintes afirmações:

1 - O QR-Code deixou o passeio pelo parque mais interessante.

- 2 - Aprendi mais sobre as plantas do parque usando o QR-Code.
- 3 - Só tive acesso às informações botânicas através do QR-Code.
- 4 - As informações contidas no(s) vídeo(s) foram de fácil entendimento.
- 5 - As informações contidas na(s) ficha(s) técnica(s) foram de fácil entendimento.

Para cada afirmação, o participante foi convidado a responder qual das opções abaixo se aplica à percepção dele, sendo: (1) discordo plenamente, (2) discordo parcialmente, (3) indiferente, (4) concordo parcialmente e (5) concordo plenamente. Por fim foi perguntado ao participante se ele só assistiu aos vídeos ou só leu as informações contidas na(s) ficha(s) técnica(s) ou assistiu os vídeos e leu as informações contidas na(s) ficha(s) técnica(s). O participante ainda poderia preencher uma caixa de texto, caso quisesse deixar algum comentário.

Para acessar o site foi necessário (1) internet “wi-fi” ou por dados móveis e (2) um “*smartphone*” ou “*tablet*”. Caso o sistema operacional do dispositivo seja “*android*”, é necessário que o participante da pesquisa faça o download de um aplicativo leitor de QR Code. Em IOS, a própria câmera já faz a leitura. Vale ressaltar que o parque disponibiliza rede de internet “wi-fi” gratuita, mas para acessar é necessário fazer um cadastro no navegador.

Posteriormente, foram feitas placas de identificação (imagem 01) das espécies contendo o nome popular, nome científico, logomarca do Centro Universitário Salesiano, logomarca do projeto e dois QR Codes: um que abre as informações das espécies e outro para a pessoa responder ao questionário.



Imagem 01 – Placa de identificação de uma das espécies escolhidas.

Fonte: Elaboração própria (2019).

As placas foram impressas nas dimensões 27,5x20 cm e plastificadas, para preservar a impressão contra eventos climáticos. Elas foram fixadas em um suporte, composto por uma placa de madeira com dimensões 28 x 21 cm e com haste de 1,20m de altura com 3 cm de comprimento e 3 cm de largura. Para a instalação dos suportes, foi necessário a ajuda de um profissional. Para tanto, foram disponibilizados jardineiros da Prefeitura Municipal de Vitória para que a instalação fosse feita de maneira correta.

A coleta de dados dos participantes da pesquisa foi feita em duas etapas: A primeira consistiu apenas de observação da pesquisadora, durante duas semanas, a fim de verificar se as placas e os QR Codes nelas inseridas despertariam o interesse ou a curiosidade dos visitantes que por elas passassem, sem nenhuma interferência ou nenhum tipo de incentivo.

Já na segunda etapa foi feita a divulgação do projeto, durante 3 semanas, quando houve apresentação do QR Code através de uma abordagem aos visitantes de forma não-invasiva e incentivadora com três perguntas: 1) se o visitante havia reparado em algumas placas com QR Code espalhadas pelo parque; 2) se fizeram a leitura do QR Code e 3) qual a frequência de visita dele no parque. Uma vez tendo respondido às perguntas, dava-se início a explicação do projeto. Dependendo do interesse e das respostas, o visitante era convidado a participar do questionário. Porém, vale salientar que os participantes da pesquisa poderiam também responder o questionário sem nenhuma abordagem, ou seja, de forma espontânea.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A publicação do site resultou no armazenamento de informações de 18 espécies, que ficou organizado da seguinte maneira:

- 1 - Página principal: denominada de “início” (imagem 02), contendo informações sobre o projeto, atalhos para acessar as páginas das espécies, horário de funcionamento do parque e “entre em contato” (nome, e-mail, assunto, mensagem).



Imagem 02 – Parte superior da página principal do site.

Fonte: Elaboração própria (2019).

2 – Pesquisa: página que contém as perguntas do questionário.

3 - Páginas das espécies: denominada de “plantas”, contendo informações das 18 espécies. Na aba de cada espécie, são disponibilizados título, o nome popular e o nome científico; logo abaixo há o vídeo de 1 minuto (aproximadamente), contendo as informações gerais da planta; após, um “*link*” para abrir o questionário, seguido do texto da ficha técnica com as seguintes informações: nome científico, família, gênero, características morfológicas, informações ecológicas, distribuição geográfica e utilidades. Por fim, o site apresenta a localização; bancos de imagens usadas nos vídeos com os devidos créditos; as referências e, no final, um atalho para abrir as informações das outras espécies.

Para criar um “*website*” com fins educativos é necessário, sempre, pensar no usuário, ou seja, na praticidade do site para que seja despertado no usuário o interesse pelo conteúdo. Nesse contexto, a navegação e o conteúdo disponibilizado são os dois critérios mais importantes, que precisam ser trabalhados de forma fácil, rápida e objetiva (LINS; MARIN, 2011).

Por isso, o site foi criado com base nos critérios supracitados, para que o visitante pudesse ter facilidade em acessar as informações e entendê-las. “Justifica-se assim a adoção desta tecnologia para facilitar o ensino e a disseminação das informações” (LINS; MARIN, 2011, p. 113).

Com o site pronto e as placas de identificação já instaladas, foram feitas observações para verificar a efetividade das placas no despertar do interesse e da curiosidade nos visitantes do parque sobre as informações das plantas. Primeiramente, foi observado que

a maior parte dos usuários leem a placa e veem a planta, mas não usam o QR Code, muito menos respondem ao questionário. Porém, uma pequena parte dos usuários, além de ler e interagir com a planta, fazem a leitura do QR Code para verificar mais informações. Dentro dessa minoria, poucos responderam o questionário. Há possibilidade desses usuários não saberem como fazer a leitura, pois é necessário baixar um aplicativo de leitor de QR Code no *smartphone*, se o sistema operacional for “*android*”. Porém, uma vez baixado, basta fazer a leitura usando a câmera que os dados decodificados aparecem na tela (WAVE, 2019).

Yabe, citado por Fernandes, Souza e Corrêa (2013, s/p), salienta que para a expansão do uso do QR Code é necessário lidar com algumas dificuldades referentes à própria assimilação da utilização do código. Primeiro, levanta-se a necessidade de um período de adaptação e ajustes da tecnologia à cultura social em que ela será inserida, ou seja, existe um intervalo entre o início da utilização da tecnologia e a sua aceitação pelo público.

No segundo momento, depois da observação, foi feita a divulgação do projeto como forma de direcionar os visitantes a responder o questionário, a fim de divulgar informações mais apuradas sobre o uso do QR Code, abordando-os com as três perguntas iniciais. Foi constatado nas respostas que a maioria dos visitantes havia reparado nas placas de identificação com o QR Code, mas não fizeram a leitura. Porém, depois da divulgação do projeto, houve maior interesse e participação dos visitantes, que passaram também a responder o questionário.

Dessa forma 59 respondentes preencheram o questionário, sendo que não houve participação de pessoas com faixa etária entre 81 e 100 anos (gráfico 1).

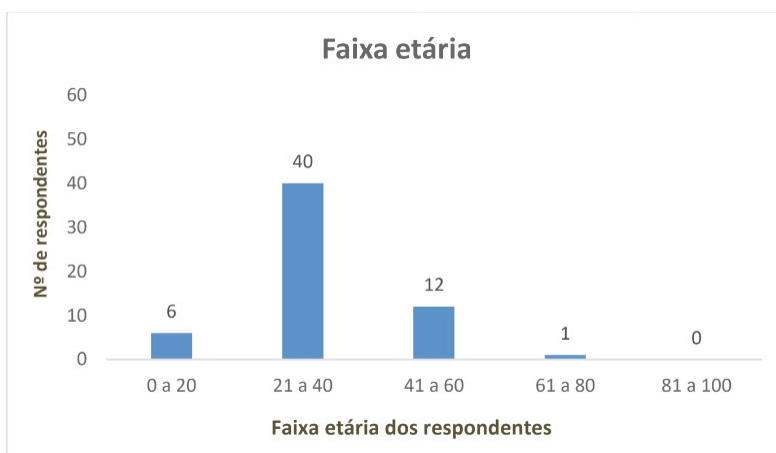


Gráfico 01 – Faixa etária dos visitantes que responderam ao questionário.

Fonte: Elaboração própria (2019).

Em primeira análise, foi observado que a maior parte dos interessados, no quesito faixa etária, foi de pessoas com idades entre 21 e 40. Podemos associar isso ao fato de que essas pessoas são mais interessadas em tecnologias contemporâneas e possuem maior adesão a formas não convencionais de transmissão de informação. Atrelada a isso, temos o fator translocação, em que pode-se assumir que pessoas acima dessa faixa etária possuem menor disponibilidade e/ou interesse em fazer grandes passeios, e que abaixo dessa idade é necessário, em várias ocasiões, o acompanhamento de pessoas mais velhas.

Os dados encontrados na presente pesquisa são corroborados pelo estudo sobre “percepção pública da ciência e tecnologia no Brasil” realizado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), em 2015. Eles comparam a faixa etária com o interesse do entrevistado em ciência e tecnologia, revelando que participantes entre 16 a 54 anos são interessados e/ou muito interessados por ciência e tecnologia. Já na faixa etária de 55 anos ou mais, o percentual de muito interessado e/ou interessado é similar comparado com o pouco interessado e nada interessado, como mostra no gráfico 02 abaixo.

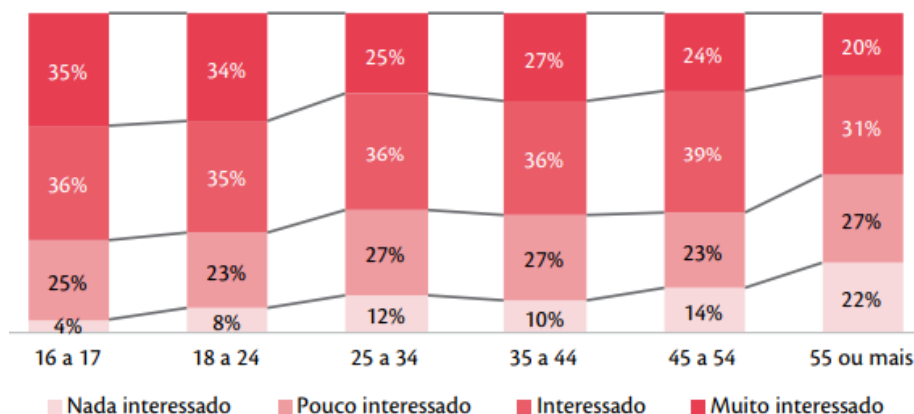


Gráfico 02 – Percentual de entrevistados segundo o interesse declarado em ciência e tecnologia, por faixa etária.

Fonte: CGEE (2015).

Já na questão de escolaridade (gráfico 03), foi observado que a maior parte dos participantes possuíam um nível alto de escolaridade, principalmente com ensino superior completo. Provavelmente isso se deve ao fato dessa pesquisa ter cunho científico, com termos apropriados e complexos, além do fato dessas pessoas terem maior consciência da importância de pesquisas científicas. Nota-se pouca participação dos outros níveis de escolaridade.

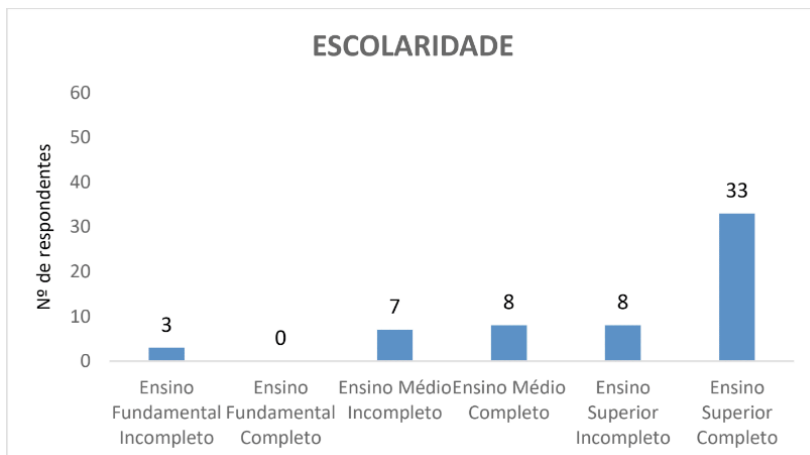


Gráfico 03 – Nível de escolaridade dos visitantes que responderam o questionário.

Fonte: Elaboração própria (2019).

No mesmo estudo, o CGEE (2015) também analisou o nível de escolaridade quanto ao interesse em ciência e tecnologia. O gráfico 04 indica que entre os participantes que possuem ensino superior completo, 51% são muito interessados e apenas 2% não possuem nenhum interesse em ciência e tecnologia. Já nos outros níveis de escolaridade vai decaindo o nível de interesse.

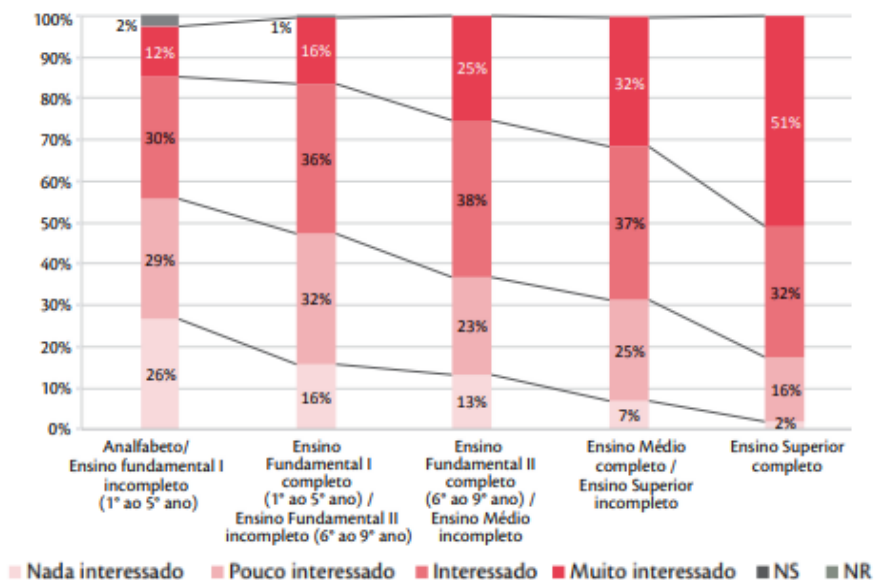


Gráfico 04 – Percentual de entrevistados segundo o interesse declarado em ciência e tecnologia, por escolaridade.

Fonte: adaptado CGEE (2015).

Em uma análise mais profunda, fazendo uma conexão entre as variáveis quantitativas pesquisadas sobre os respondentes, observa-se que dentre os participantes com Ensino Superior Completo (maioria dos que responderam ao questionário), a maior parte possui entre 21 e 40 anos, o que também corresponde ao maior grupo no quesito “faixa etária”.

Em uma breve análise, uma das hipóteses que se pode levantar é de que aqueles mais ligados atualmente em trabalhos científicos por métodos não-ortodoxos, são também aqueles que estão em idade condizente com a faixa mais ativa da sociedade atual, inclusive academicamente, pois percebemos que grande parte dos que estão nessa faixa possui Ensino Superior, completo ou não. Isso retrata a realidade de parte da sociedade em que vivemos, para qual o estudo e à formação, seja para fins de conhecimento, de inclusão no mercado de trabalho ou por puro hobby, obriga, ainda que indiretamente, os jovens e adultos a se manterem atualizados sobre como as novas tecnologias podem ser trabalhadas para os mais diversos fins (SILVA, 2011).

Em outra perspectiva, aqueles correspondentes a faixa entre 41 e 60 anos, o segundo grupo com mais participação na amostragem, também possuem um nível de escolaridade compatível com o grupo anterior, em que mais de 65% possuem ensino médio ou superior completos. Apesar de já serem pessoas com uma vivência maior, que em sua juventude conviveram com tecnologias diferentes, ou até mesmo a ausência de tecnologias eletrônicas, o nível de escolaridade é diretamente relacionável ao interesse em se atualizarem sobre as novas tecnologias e suas aplicações, principalmente em trabalhos de cunho científico (RAPOSO; GÜNTHER, 2008).

Por outro lado, o perfil dos participantes da faixa etária 0 a 20 anos é bem variado, pois abrange, em sua maioria, estudantes de todos os níveis, ingressantes no mercado de trabalho e que já convivem com tecnologia desde muito jovens (PAIVA; COSTA, 2015).

A segunda parte do questionário envolvia afirmações em relação do QR Code utilizado na pesquisa. A princípio, foi avaliada se a tecnologia proporcionava aos visitantes um diferencial na sua visita ao parque, sem levar em consideração as informações nela contida. Em significativa margem, o nível de satisfação do uso da tecnologia foi positivo, havendo apenas uma pontuação em discordância (gráfico 05).

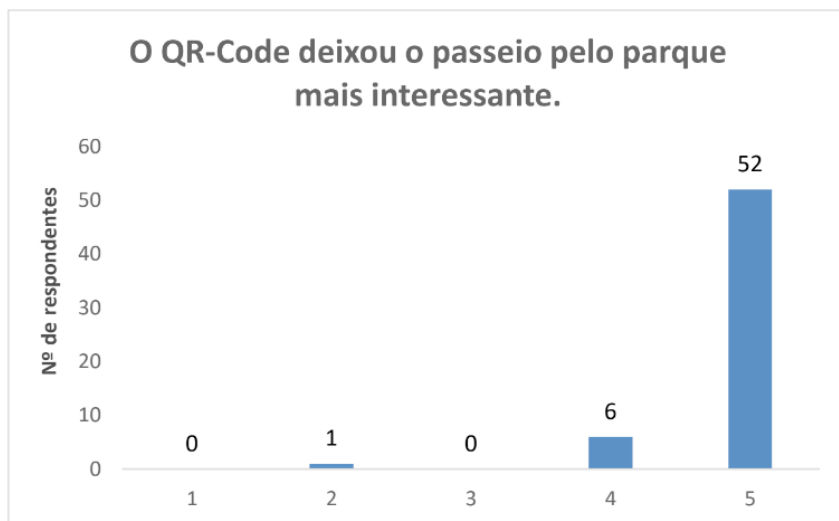


Gráfico 05 – Primeira pergunta do questionário.

Fonte: Elaboração própria (2019).

Oliveira (2017) indica que uma das vantagens de usar o QR Code em ambientes como praça e também no ensino e aprendizagem, é proporcionar ao visitante uma aproximação com as plantas, além da obtenção de informações sobre essas espécies.

Também foi disponibilizado aos participantes um espaço para críticas, sugestões e/ou reclamações (com participação não obrigatória). Da amostragem total, pouco menos de 50% contribuíram com observações. Em suma, foram feitas críticas positivas, como “Muito bom, tecnologia favorecendo os visitantes do parque” (RESPONDENTE 01, 2019). Em contrapartida, o respondente 02 (2019) afirmou “[...] O QR Code possibilita que apenas quem tem celular aprenda sobre as plantas! É um passeio que visa o contato com a natureza se transforma, em novamente, enfiar a cara no celular”.

De fato, utilizar o celular é a única forma de acessar as informações das espécies contidas no QR Code e, por tabela, acaba selecionando o público participante. Por outro lado, emprega o uso da tecnologia a favor do conhecimento científico, fazendo com que desperte o interesse e o “cuidado com o patrimônio arbóreo da cidade, uma vez que é disponibilizada a informação referente às árvores de forma digital, atual e didática” (RODRIGUES, 2017, s/p). Nesse cenário o respondente 03 (2019) salienta que é “muito bom o uso de uma ferramenta relativamente nova para a inserção de novas metodologias de ensino e aprendizado”.

Outro ponto que seleciona o público para obtenção das informações é a necessidade de usar a internet, embora complementar a experiência do QR CODE, acaba deixando sem informação aqueles usuários que por ventura não tenham acesso à rede. Em contrapartida, Silveira e Sandrini (2014, p. 116) dizem que “a internet tem sido um ambiente propício para

a multiplicação de iniciativas de divulgação científica”.

Outra parte do questionário tinha como intuito investigar os conhecimentos adquiridos pelos participantes por meio do QR Code (gráfico 06), levando em consideração possível conhecimento prévio e influência do trabalho de apresentação que o setor de Educação Ambiental realiza no parque sobre o mesmo assunto. A aceitação foi igualmente ampla e foi observado que as informações contidas tanto em vídeo quanto na ficha técnica agregaram conhecimento aos visitantes, que em grande maioria dos casos, não possuíam muito conhecimento sobre as plantas. Um maior número de participantes também confirmou que tiveram acesso àquelas informações exclusivamente pelo QR Code.

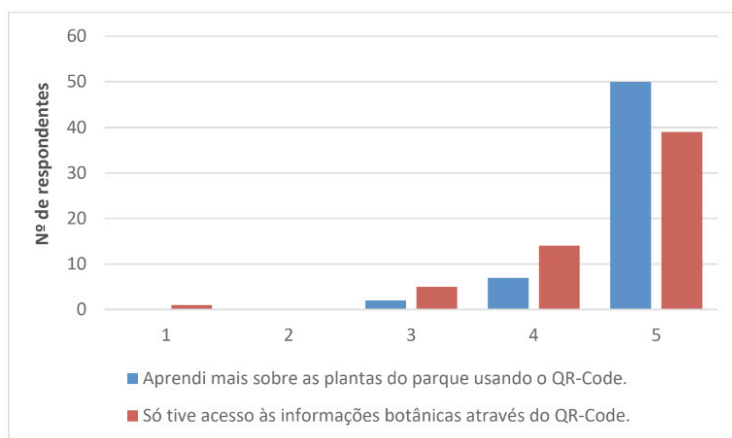


Gráfico 06 – Medição do conhecimento adquirido através do QR Code.

Fonte: Elaboração própria (2019).

O QR Code aplicado a educação mostra-se como uma tecnologia simples e, quando usada corretamente, pode ser utilizada de diversas formas, trazendo, diversos benefícios, desde o acesso às informações, interações sociais e uso do “*smartphone*” como forma de produzir e transmitir conhecimento. E quando aplicado ao ambiente natural, proporciona aos indivíduos uma percepção e conexão com a natureza, principalmente o incentivo de usar a tecnologia para este fim (COLMAN, 2019).

Moura e colaboradores (2019) mostraram que há uma percepção maior das plantas por parte dos indivíduos que passavam pelo local, pois o QR Code despertava interesse para saber quais as informações contidas nele. E complementam que o uso de tal tecnologia, associada à ciência, une os conhecimentos científicos com os saberes populares. Isso vai de encontro à afirmação do respondente 04 (2019), que comentou: “assistimos os vídeos e achei muito importante a abordagem e o conhecimento sobre as plantas”.

As últimas afirmações do questionário eram sobre as informações técnicas (gráfico 07), em relação ao linguajar, termos e peculiaridades, tanto dos vídeos quanto das fichas

técnicas de cada uma das plantas. Ou seja, dizem respeito ao uso da Divulgação Científica propriamente dita, pois o QR Code divulgou informações elaboradas e transformadas para uma linguagem mais acessível, ou seja, aquele que tem acesso à informação precisa entender o que está sendo transmitido (PASQUALI apud MASSARANI, 1998).

A análise do gráfico 07 indica que houve um padrão de satisfação, nas informações contidas no site. Em sua maioria, os respondentes consideraram excelentes as informações transmitidas por vídeo e texto, a nível de terminologia, entretenimento e conhecimento bruto. Salvo uma análise negativa, todas as outras apontaram que os termos eram apropriados para todas as idades alvo, níveis de instrução e mesmo aqueles sem nível de instrução formal.

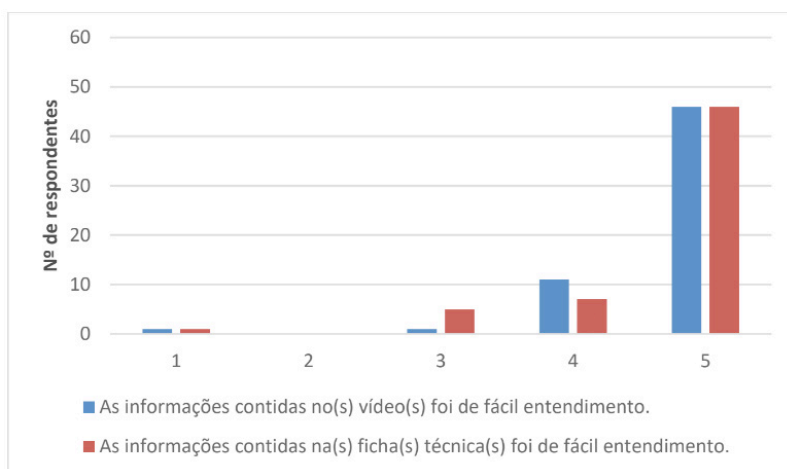


Gráfico 07 – Nível de entendimento das informações contidas no QR Code.

Fonte: Elaboração própria (2019).

Também foram analisados alguns comentários feitos a respeito da compreensão das informações. O respondente 05 (2019) escreveu “muito explicativo”. Já o respondente 06 (2019) afirmou que existem “informações superinteressantes e linguagem de fácil compreensão. Excelente trabalho!!!”.

Porém, o respondente 07 (2019) comentou: “Parabenizo pelo trabalho. Considero que a linguagem do vídeo é bastante especializada. Para o público visitante talvez seja mais útil e interessante o uso de termos e de informações mais acessíveis”. É importante ressaltar que alguns termos científicos se fazem necessários, pois dependendo da forma simplificada da tradução, pode haver equívocos na exatidão da informação a ser transmitida (BUENO, 2010).

Promover a divulgação científica sem cair no reducionismo e banalização dos conteúdos científicos e tecnológicos, propiciando uma cultura científica que capacite os cidadãos a discursarem livremente sobre ciências, com o

mínimo de noção sobre os processos e implicações da ciência no cotidiano das pessoas, certamente é um desafio e uma atitude de responsabilidade social (JACOBUCCI, 2008).

Também foi questionado aos respondentes qual das fontes de informações disponibilizadas no site, acessível pelo QR Code, os mesmos utilizaram (gráfico 08). Muitos deles assistiram a ambos (vídeos e as fichas técnicas), outros apenas leram as fichas técnicas e poucos assistiram somente aos vídeos.

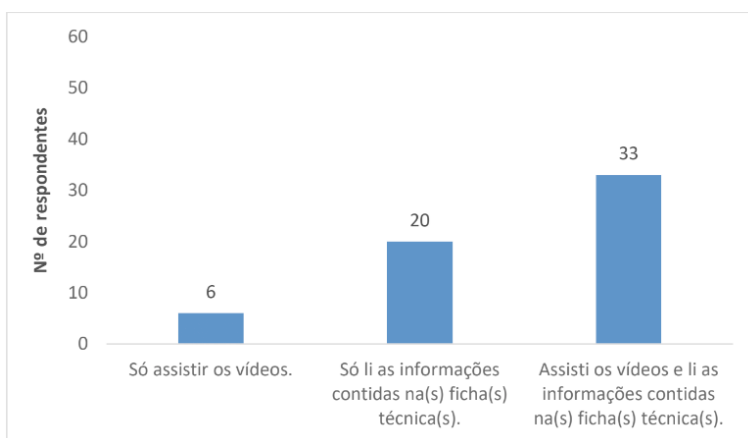


Gráfico 08 – Fonte das informações acessadas pelos respondentes.

Fonte: Elaboração própria (2019).

Em um primeiro momento, esses dados foram um pouco conflitantes com as expectativas em relação ao resultado deste questionário, pois era esperado que, pela facilidade de linguagem e apelo visual mais chamativo, os vídeos fossem mais vistos do que os textos. Provavelmente isso ocorreu porque o vídeo necessita de mais dados móveis para ser acessado, assim como consome mais do “*wi-fi*” disponibilizado pelo parque. Muitos visitantes afirmaram que a velocidade da internet, nos dias mais movimentados do parque era reduzida, não sendo suficiente para carregar os vídeos, e que em muitas vezes só o texto carregava por completo. Como alguns visitantes desejavam seguir com seu passeio, não queriam demandar tanto tempo aguardando que o vídeo carregasse. Essa informação foi coletada em diferentes dias e com participantes distintos.

Outro ponto que deve ser levado em consideração quando se faz um trabalho em espaços abertos, ou seja, com acesso a um grande número de pessoas, é o vandalismo. Encontramos várias placas de identificação viradas e algumas sujas. Em diversos estudos, verificamos a presença do vandalismo em parques urbanos, seja por falta de cuidado e/ou segurança no local. Aliprandi (2010, p. 22) justifica dizendo que “as pessoas em geral não têm muito cuidado com aquilo com que não se identificam”.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia QR Code associada aos conhecimentos botânicos proporcionou ao usuário uma aproximação com a natureza ao seu redor, fazendo com que ele tenha uma maior percepção e valorização sobre as espécies botânicas do parque. Comumente em parques e museus, as informações estão dispostas em grandes placas informativas ou através de guias. Assim, o QR Code como ferramenta de divulgação científica se mostra uma boa alternativa não só para comunicar aos visitantes informações relevantes sobre as plantas, mas também para integrar novas mídias à experiência dos visitantes.

Os resultados demonstram que o QR Code é uma via de comunicação que pode contribuir com a divulgação científica envolvendo mídias e linguagens diferentes dos métodos tradicionais, como placas informativas e guias. Entretanto, exige do público um conhecimento prévio do uso desta tecnologia e acesso à internet.

A partir disso, verificou-se que os visitantes, por livre e espontânea vontade, observam as placas de identificação e veem a planta, mas muitos não fazem a leitura do QR Code, o que pode ser provocado pela falta de conhecimento sobre o funcionamento dessa tecnologia. Por isso, usar QR Code como forma espontânea de divulgar informações botânicas não foi tão eficaz, pois os visitantes do Parque Pedra da Cebola precisaram de mais estímulos para poder acessar o QR Code, o que foi observado logo após a divulgação do projeto. Porém, uma vez estimulada há uma participação e interesse em saber mais informações das espécies.

Diante dessas conclusões, sugere-se que seja feita mais divulgação e incentivo à ciência e à tecnologia em ambientes propícios, como o Parque da Pedra da Cebola. Por fim, caso o parque deseje colocar o QR Code como atrativo, deve-se investir em melhorias na qualidade e velocidade da internet. Dessa forma, pessoas que não tenham acesso à internet pelos dados móveis podem acessar as informações botânicas com mais facilidade, principalmente em dias mais movimentados do parque.

REFERÊNCIAS

ALBAGLI, Sarita. Divulgação científica: informação científica para a cidadania? **Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT)**, Brasília, v. 25, n. 3, p.396-404, dez. 1996. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/639/643>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

ALIPRANDI, Danielly Cozer. **A construção coletiva dos espaços livres públicos: O arquiteto e os procedimentos participativos – recentes experiências em Vitória (ES)**. 2010. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010. Disponível em: <<http://repositorio.ufes.br/handle/10/4399>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

ARAÚJO, Joeliza Nunes; SILVA, Maria de Fátima Vilhena da. **Contribuições da Formação Científica no Ensino de Botânica**. 2015. Disponível em: <http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24310_12394.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

BUENO, Wilson Costa. **Comunicação científica e divulgação científica**: aproximações e rupturas conceituais. *Inf. Inf.*, Londrina, v. 15, n. esp, p.1-12, 2010.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS- CGEE. **A ciência e a tecnologia no olhar dos brasileiros**. Percepção pública da C&T no Brasil: 2015. Brasília, DF: 2017. p. 152.

COLMAN, Cristina Beatriz. **Utilização do aplicativo QR Code no Ensino de Ciências**. 2019. 52 f. TCC (Graduação) - Curso Especialização em Informática Instrumental para professores do Ensino Fundamental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/197080>>. Acesso em: 30 out. 2019.

FERNANDES, Laura Maria Abdon; SOUZA, Angela Cristina Rocha de; CORRÊA, Maria Iraê de Souza. O uso do QR Code nas práticas de produção das empresas. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 12., 2013, Recife. **Resumo...** . Recife: UFRPE, 2013. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R0135-1.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2019.

JACOBUCCI, Daniela Franco Carvalho. **Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica**. *Em Extensão*, Uberlândia, v. 7, n. 1, p.55-66, set. 2008.

KOHN, Karen; MORAES, Cláudia Herte de. O impacto das novas tecnologias na sociedade: conceitos e características da Sociedade da Informação e da Sociedade Digital. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 30., 2007, Santos. **Resumo...** . Santos: Intercom, 2017. p. 1 - 13. Disponível em: <<https://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2007/resumos/R1533-1.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

LINS, Thaís Honório; MARIN, Heimar de Fátima. Avaliação de *website* sobre assistência de enfermagem na sala de recuperação pós-anestésica. *Acta paul. enferm.*, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 109-115, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-21002012000100019&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 19 out. 2019.

MASSARANI, Luísa. **A divulgação científica no Rio de Janeiro**: Algumas reflexões sobre a década de 20. 1998. 177 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Informação, Instituto Brasileiro de Informação em C&T, Rio de Janeiro, 1998.

MOURA, Letícia Rodrigues de; et al. Plantas digitalizadas: o uso de QR Code como ferramenta de ensino de botânica realizado na disciplina de CTS (ciência, tecnologia e sociedade). In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE JOVENS INVESTIGADORES, 6., 2019, Salvador. **Artigo**. Salvador: Realize, 2019. p. 1 - 12. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/revistas/joinbr/trabalhos/TRABALHO_EV124_MD1_SA6_ID270_14072019205323.pdf>. Acesso em: 31 out. 2019.

OLIVEIRA, M. J. D. O uso de praças públicas como ferramenta para o ensino de botânica. In: SIEPE, 9., 2017, Fronteira da Paz. **Artigo**. Pampa: Unipampa, 2018. Disponível em: <<http://seer.unipampa.edu.br/index.php/siepe/article/view/31220>>. Acesso em: 30 out. 2019.

PAIVA, Natália Moraes Nolêto de; COSTA, Johnatan da Silva. **A influência da tecnologia na infância: desenvolvimento ou ameaça?**. *Psicologia*.PT: 2015. p. 13. Disponível em: <<https://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0839.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2019.

PREFEITURA DE VITÓRIA, 2019. Disponível em: <http://www.vitoria.es.gov.br/cidade/parques#a_parquepedradacebola>. Acesso em: 08 de set. 2019.

RAPOSO, Denise Maria dos Santos Paulinelli; GUNTHER, Isolda de Araújo. **O ingresso na universidade após os 45 anos: um evento não normativo. Psicol. estud.** Maringá, v. 13, n. 1, p. 123-131, março de 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-73722008000100015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 26 out. 2019.

RIBAS, Ana Carolina et al. **O uso do aplicativo QR Code como recurso pedagógico no processo de ensino e aprendizagem. Ensaios pedagógicos**, São Carlos, v. 7, n. 2, p.12-21, dez. 2017. Disponível em: <<http://www.opet.com.br/faculdade/revista-pedagogia/pdf/n14/n14-artigo-2-O-USO-DO-APLICATIVO-QR-CODE.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2019.

RODRIGUES, R. O. **Programa de arborização urbana: Aplicação do QR Code na identificação das árvores do pátio escolar.** In: SIEPE, 9., 2017, Fronteira da Paz. **Artigo**. Pampa: Unipampa, 2018. Disponível em: <<http://seer.unipampa.edu.br/index.php/siepe/article/view/30194>>. Acesso em: 30 out. 2019.

SILVA, Ângela Carrancho da. **Educação e tecnologia: entre o discurso e a prática. Ensaio: Aval. Pol. Públ.** Educ., Rio de Janeiro, v. 19, n. 72, p.527-554, jun./set. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ensaio/v19n72/a05v19n72.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2019.

SILVEIRA, Mauro César; SANDRINI, Rafaela. **Divulgação científica por meio de blogs: desafios e possibilidades para jornalistas e cientistas. Intexto**, Porto Alegre, v. 1, n. 31, p.112-127, dez. 2014.

VALÉRIO, Marcelo; BAZZO, Walter Antonio. **O papel da divulgação científica em nossa sociedade de risco. Revista Iberoamericana de Ciência, Tecnologia, Sociedad e Innovación**, v. 7, n. 2, p.1-10, dez. 2006. Disponível em: <<https://www.oei.es/historico/revistactsi/numero7/articulo02b.htm>>. Acesso em: 09 nov. 2019.

WAVE, Denso. **História do QR Code.** Disponível em: <<https://www.qrcode.com/history/>>. Acesso em: 07 nov. 2019.

CAPÍTULO 5

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DA REGENERAÇÃO NATURAL DA VEGETAÇÃO RIPÁRIA ARBÓREA NA PONTE PRETA, REPRESA DE ALAGADOS (FASE 1)

Data de aceite: 01/07/2021

Mateus Alexandre

Participante/Bolsista PROEX; UEPG;
Licenciatura em Ciências Biológicas

Elisana Milan

Participante/Supervisora; Bióloga; Consultora
Florestal

Rosemeri S. Moro

Participante/Supervisora; Pesquisadora Sênior,
PPG em Geografia; UEPG

Melissa Koch F. S. Nogueira

Participante/Supervisora; UEPG/DEBIO

RESUMO: O projeto *Herbário da Universidade Estadual de Ponta Grossa (HUPG): instrumento de ensino, pesquisa e extensão*, buscou elucidar a composição de espécies envolvidas na regeneração natural da floresta da margem direita do rio Pitangui represado em Alagados, no município de Ponta Grossa. Visto a inexistência destes dados e a importância do rio como manancial de abastecimento de água de Ponta Grossa/PR, buscou-se formar base de dados para futuras ações de conservação e recuperação de ambientes ripários, bem como para o plano de manejo do Parque Nacional (Parna) dos Campos Gerais. Nove parcelas amostrais de 4m² foram alocadas de forma paralela ao leito do rio, totalizando 36m². Foram coletados e determinados todos os indivíduos com altura inferior à 30 cm e Diâmetro à Altura da Base ≤ 5cm. Até o momento foram amostrados

88 indivíduos determinados em 24 espécies pertencentes a 14 famílias botânicas. As espécies mais presentes no estrato de regeneração natural foram *Amphilophium crucigerum* (pente-de-macaco), *Myrcia hebeptala* (aperta-goela), *Allophylus edulis* (vacum) e *Ocotea puberula* (canela-guaicá). Estas espécies podem ser empregadas na restauração da floresta ripária, bem como complementar os dados sobre o Parna dos Campos Gerais, sendo utilizadas no planejamento de uso desta UC.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação da Natureza. Paisagem Ripária. Ambiente e Sociedade.

ABSTRACT: The Herbarium project of the State University of Ponta Grossa (HUPG): an instrument for teaching, research and extension, sought to elucidate the composition of species involved in the natural regeneration of the forest on the right bank of the Pitangui river dammed in Alagados, in the municipality of Ponta Grossa. Given the inexistence of these data and the importance of the river as a source of water supply in Ponta Grossa / PR, an attempt was made to form a database for future conservation and recovery actions in riparian environments, as well as for the National Park management plan (Parna) of Campos Gerais. Nine 4m² sample plots were allocated parallel to the riverbed, totaling 36m². All individuals with a height of less than 30 cm and a diameter at the base height of ≤ 5 cm were collected and determined. To date, 88 individuals have been sampled from 24 species belonging to 14 botanical families. The species most present in the natural regeneration stratum were *Amphilophium crucigerum* (monkey comb),

Myrcia hebeptala (squeeze), *Allophylus edulis* (vacum) and *Ocotea puberula* (cinnamongaicá). These species can be used in the restoration of the riparian forest, as well as complement the data on Parna dos Campos Gerais, being used in planning the use of this UC.

KEYWORDS: Nature Conservation. Riparian landscape. Environment and Society.

NOME DO PROJETO

Herbário da Universidade Estadual de Ponta Grossa (HUPG): instrumento de ensino, pesquisa e extensão.

PÚBLICO-ALVO

As ações extensionistas desse projeto de extensão são destinadas a população do Município de Ponta Grossa/PR.

MUNICÍPIOS ATINGIDOS

Ponta Grossa no estado do Paraná é o município atingido através das ações extensionistas de parte desse projeto de extensão.

LOCAL DE EXECUÇÃO

As ações extensionistas desse projeto de extensão foram realizadas no Município de Ponta Grossa/PR na região da Represa de Alagados (rio Pitangui) e também no Herbário (HUPG) da UEPG.

JUSTIFICATIVA

Inexistência de dados a respeito da regeneração natural da floresta ripária (Área de Proteção Permanente – APP) que compõe a região da Represa de Alagados (rio Pitangui). No local ocorre a captação de 38% da água de abastecimento do município de Ponta Grossa e dados de regeneração arbórea permitem avaliar a qualidade da proteção do manancial. Outro fator relevante é estar a área inserida no do Parque Nacional dos Campos Gerais, uma Unidade de Conservação Federal de proteção integral, criada em 2006 e sem Plano de Manejo. Assim, de suma importância a produção de conhecimento acerca da Unidade de Conservação e sua divulgação.

OBJETIVOS

Levantar a composição florística da regeneração natural da floresta ripária que

compõe parte da Represa de Alagados no rio Pitanguí, em Ponta Grossa/PR.

Complementar uma lista de espécies da regeneração natural da floresta ripária do rio Pitanguí, como subsídios para ações de conservação e restauração do ambiente ripário.

Fornecer base de dados florísticos da área estudada para futuros documentos oficiais do Parque Nacional dos Campos Gerais, como zoneamento de seu Plano de Manejo, subsidiando seu planejamento e gestão.

Gerar informações sobre a vegetação ripária do rio Pitanguí, visando uma gestão adequada de suas áreas de preservação permanente pelos órgãos competentes e promovendo o fortalecimento de ações de conservação e manutenção dos recursos naturais locais.

METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos foram divididos em quatro fases:

Fase 1: mediante o recorte espacial do trabalho, foi selecionado o local de coleta, entre as coordenadas geográficas 60°20'60''S; 72°32'65''W (Figura 1), no município de Ponta Grossa, a aproximadamente 943 m.s.n.m de altitude, na margem direita do rio Pitanguí na Represa de Alagados. Seleção por fotointerpretação supervisionada em imagens SPOT 5, cedidas pelo governo de Estado do Paraná.

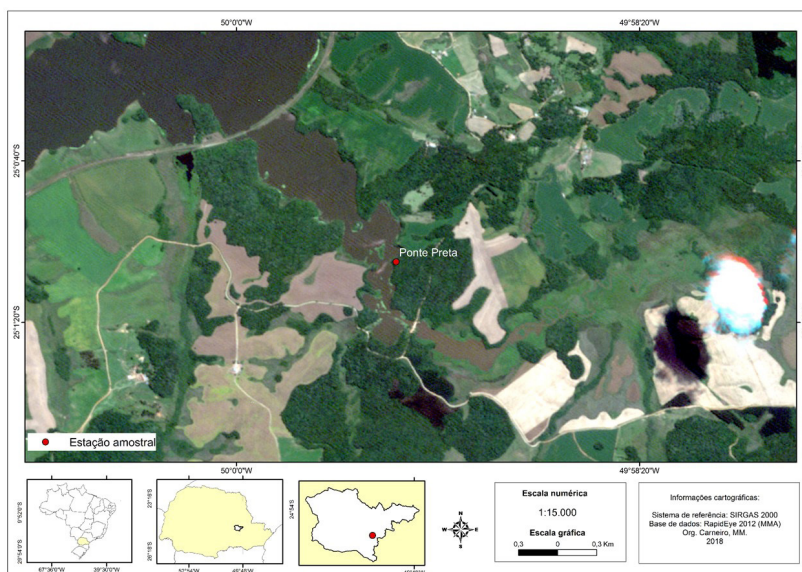


Figura 1 - Localização da área de estudo no entorno da Ponte Preta, rio Pitanguí, Ponta Grossa, PR.

Fonte: os autores.

Fase 2: verificação *in loco* da existência de regeneração natural da floresta ripária

no local e realização de pré-testes. Como a área de estudo está compreendida no Parque Nacional dos Campos Gerais, obtenção da autorização para a pesquisa em Unidades de Conservação Federal.

Fase 3: alocadas nove parcelas disjuntas e paralelas ao curso do rio, em três linhas de três parcelas cada, medindo 2x2 m (4 m²), totalizando 36 m² (Figura 2). Em cada parcela foram amostrados todos os indivíduos com Diâmetro à Altura da Base (DAB) ≤ 5 cm e altura até 30 cm (LAMPRECHT, 1990), medidos com paquímetro. As amostras foram herborizadas no Herbário HUPG, seguindo o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012) e determinadas por comparação com o acervo do Herbário, com a literatura especializada e consulta à especialistas na área botânica. Os nomes científicos das espécies seguiram o enquadramento do APG IV (2016), com revisão nomenclatural na base de dados do *site* The Plant List® do Kew Gardens.

Fase 4: levantamento bibliográfico sobre a área de estudo, visando a contextualização da mesma com seu entorno e com a realidade regional, visto que se localiza em APP e UC federal de proteção integral.

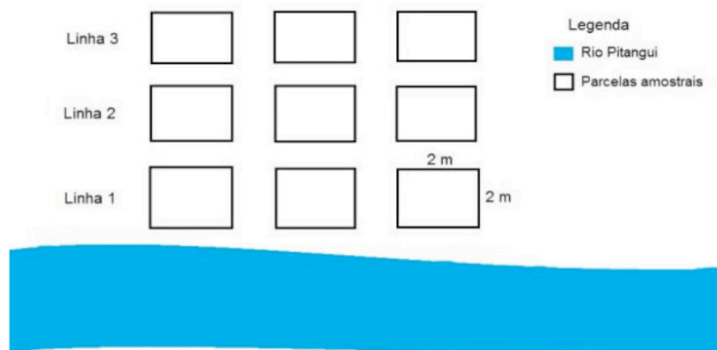


Figura 2 – Croqui da disposição das parcelas amostrais na área de estudo Ponte Preta (Represa de Alagados), rio Pitangui, PR.

Fonte: os autores.

RESULTADOS

A área de estudo localiza-se no Primeiro Planalto Paranaense (PPP), composto pela unidade litológica Complexo Granítico Cunhaporanga (MELO; GUIMARÃES; SANTANA, 2010), com relevo ondulado, em ambiente de regime hídrico não saturado e composto pelo solo do tipo LATOSSOLO VERMELHO (NOGUEIRA, 2018). Trata-se de um ambiente de transição (região ecotonal) entre o Primeiro e o Segundo Planalto Paranaense, na Escarpa Devoniana. Esses são os principais fatores ambientais determinantes da regeneração natural, além do processo de represamento artificial do rio Pitangui no Reservatório de Alagados e de fontes vizinhas de propágulos.

Como resultados parciais, foram amostrados 88 indivíduos de 24 espécies, pertencentes a 14 famílias botânicas (Tabela 1). As espécies mais presentes no estrato de regeneração natural foram *Amphilophium crucigerum* com 31 indivíduos, seguido de *Myrcia hebeptala* com 6, *Allophylus edulis* e *Ocotea puberula* com 5 cada. As demais espécies apresentaram de quatro até um indivíduo.

FAMÍLIA	GÊNERO/ESPÉCIE	NOME COMUM
Bignoniaceae	<i>Amphilophium crucigerum</i> (L.) L. G. Lohmann	Pente-de--macaco
Celastraceae	<i>Maytenus evonymoides</i> Reissek	Papagaio
Euphorbiaceae	<i>Bernardia pulchella</i> (Baill.) Mull.	Canela-de-virá
	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L. B. S. & Downs	Branquiho
Fabaceae	<i>Lonchocarpus subglaucescens</i> Benth.	Espinho-de-lontra
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela-guaicá
	<i>Nectandra angustifolia</i> (Schrad.) Nees & Mart.	Canela
	<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	Canela-fogo
Malvaceae	<i>Pavonia sepium</i> A. St.- Hill	Rosa-do-mato
Monimiaceae	<i>Mollinedia uleana</i> Perkins	Capixim
	<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.	Capixim
Myrtaceae	<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg	Cambuízinho
	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC	Guamirirm
	<i>Myrcia hebeptala</i> DC.	Aperta-goela
	<i>Myrcia hatschbachii</i> D. Legrand	Caingá
Rubiaceae	<i>Rudgea jasminooides</i> (Cham.) Mull	Jasmim-do-mato
	<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Benth. & Hook	Jasmim
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Juvevê
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> Radlk.	Vacum
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Miguel-pintado
Salicaceae	<i>Casearia</i> sp.	Guaçatunga
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn	Carne-de-vaca
Thymellacaceae	<i>Daphnopsis sellowiana</i> Taub.	Embira

Tabela 1 – Composição da regeneração natural da floresta ripária que compõem a região da Represa de Alagados/PR (rio Pitanguí).

Fonte: os autores.

As famílias botânicas com maior número de espécies foram Myrtaceae (4), seguida de Lauraceae (3), sendo que Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Monimiaceae, Rubiaceae e Sapindaceae apresentaram duas espécies cada e as demais famílias apenas um representante.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir até o momento que as espécies identificadas pertencem a uma floresta secundária em estágio médio de regeneração, conforme os parâmetros estabelecidos pela Resolução Conama 388/2007. Foi observado que as espécies são comuns à locais mais conservados da bacia do Alagados (CARMO et al., 2010; MORO, 2011), indicando que a vegetação local tem plenas condições para regenerar e substituir as espécies atuais na direção de uma floresta madura e saudável, desde que preservada de impactos antrópicos. A lista de espécies gerada, bem como demais dados serão fornecidos às instituições que realizarão o plano de manejo do Parna dos Campos Gerais e outras que possivelmente realizem ações de restauração e conservação da floresta ripária em APP.

APOIO

PROEX/UEPG. Fundação Araucária.

REFERÊNCIAS

APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Bot. J. Linn. Soc.**, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

CARMO, M.B.; MORO, R.S.; NOGUEIRA, M.K.F.S.; KACZMARECH, R. A vegetação ripária ao longo do Rio Pitangui. In: GEALH, A.M.; MELO, M.S.; MORO, R.S. (Orgs.). **Pitangui, rio de contrastes: seus lugares, seus peixes, sua gente**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2010. Cap. 6, p. 73-85. ISBN: 978-85-7798-119-9.

CONAMA. **Resolução no 2/94**. Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica no Estado do Paraná (regulamentação do artigo 6º do Decreto 750/93). Convalidada pela Res. CONAMA no 388, de 23 de fevereiro de 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2012. (Série Manuais Técnicos em Geociências).

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Curitiba: GTZ, 1990. 343p.

MELO, M.S.; GUIMARAES, G.B.; SANTANA, A.C. Fisiografia da bacia do rio Pitangui. In: GEALH, A.M.; MELO, M.S.; MORO, R.S. (Orgs.). **Pitangui, rio de contrastes: seus lugares, seus peixes, sua gente**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2010. Cap. 1, p. 11-21.

MORO, R.F. **Regeneração natural da vegetação mesófila e higrófila em uma área ripária no Rio Jotuba, Carambeí - PR**. Ponta Grossa, 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, Ponta Grossa, PR.

THE PLANT LIST®. Disponível em: <<http://www.theplantlist.org/>>. Acesso em: set 2020.

SOBRE OS ORGANIZADORES

VANESSA DA FONTOURA CUSTÓDIO MONTEIRO - Possui graduação em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Barra Mansa (2009), licenciatura plena em Ciências Biológicas pela Universidade Vale do Rio Verde (2011), especialização em Avaliação de Flora e Fauna em Estudos Ambientais (2011) pela Universidade Federal de Lavras, mestrado (2014) e doutorado (2017) em Botânica Aplicada também pela Universidade Federal de Lavras. Atualmente, faz parte do corpo docente do curso de Ciências Biológicas da Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVÁS) e atua como professora formadora no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas EaD da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). É membro do corpo editorial da Atena Editora. Já ocupou o cargo temporário de docente na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). 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. Possui experiência na área de Botânica, com ênfase em Ecofisiologia Vegetal, Ecologia e Educação Ambiental. Tem interesse em pesquisas com foco em ecofisiologia de plantas e no ensino de Botânica.

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

Alcaloides 18, 21, 24, 25
Allophylus edulis 64, 65, 68
Alnus acuminata 30, 31, 42, 43, 44
Amphilophium crucigerum 64, 68
Anatomia vegetal 1, 13

B

Betulaceae 30, 42, 43, 44
Botânica 1, 13, 15, 16, 27, 45, 47, 48, 61, 62, 67, 70

C

Células epidérmicas 5, 18, 21, 22, 24, 25
Composição florística 64, 65
Compostos fenólicos 6, 13, 18, 21, 24, 25
Conservação da natureza 64
Cosecha 30, 31, 32, 33, 37, 40
Cristais de oxalato de cálcio 22

D

Desarrollo temprano 30, 34, 35, 39, 40, 42
Divulgação científica 45, 46, 47, 58, 59, 61, 62, 63

E

Educação ambiental 49, 58, 70
Estratificación 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 41, 42

F

Floresta ripária 64, 65, 66, 68, 69
Folhas 2, 4, 8, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28
Formigas 2, 5, 7, 8, 10, 13, 14, 15
Fotoperíodo 31, 34, 36, 38
Funções ecofisiológicas 22

G

Germinación 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44

Glândulas secretoras 2, 3, 5

H

Histoquímica 1, 4, 6, 8, 12, 18, 20, 26

I

Informações botânicas 45, 47, 50, 61

M

Morfoanatomia 1, 3, 18, 20

Myrcia hebeptala 64, 65, 68

N

Nectários extraflorais 3, 6, 10, 16

Nectários florais 1, 3, 5, 6, 8, 10, 12

O

Ocotea puberula 64, 65, 68

P

Parques ecológicos 47

Passifloraceae 1, 2, 3, 10, 14, 15, 16

Passiflora glandulosa 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15

Placas 45, 50, 51, 52, 53, 60, 61

Plano de manejo 64, 65, 66, 69

Plantas 3, 8, 10, 13, 14, 21, 22, 23, 27, 28, 29, 41, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 57, 58, 59, 61, 62, 70

Potencial medicinal 18, 26

Q

QR Code 45, 46, 47, 50, 51, 53, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63

Quick Responsive Code 46

R

Regeneração natural 64, 65, 66, 67, 68, 69

S

Solanaceae 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 29

Solanum melissarum 18, 19, 20, 23, 24, 26

T

Tecnologia 18, 45, 46, 47, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 61, 62, 63

Temperatura 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 41

Tiempo poscosecha 31

Tricomas 2, 5, 8, 9, 10, 18, 22, 24, 25

Os Percursos da Botânica e suas Descobertas

Atena
Editora
Ano 2021



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Os Percursos da Botânica e suas Descobertas

Atena
Editora
Ano 2021



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 