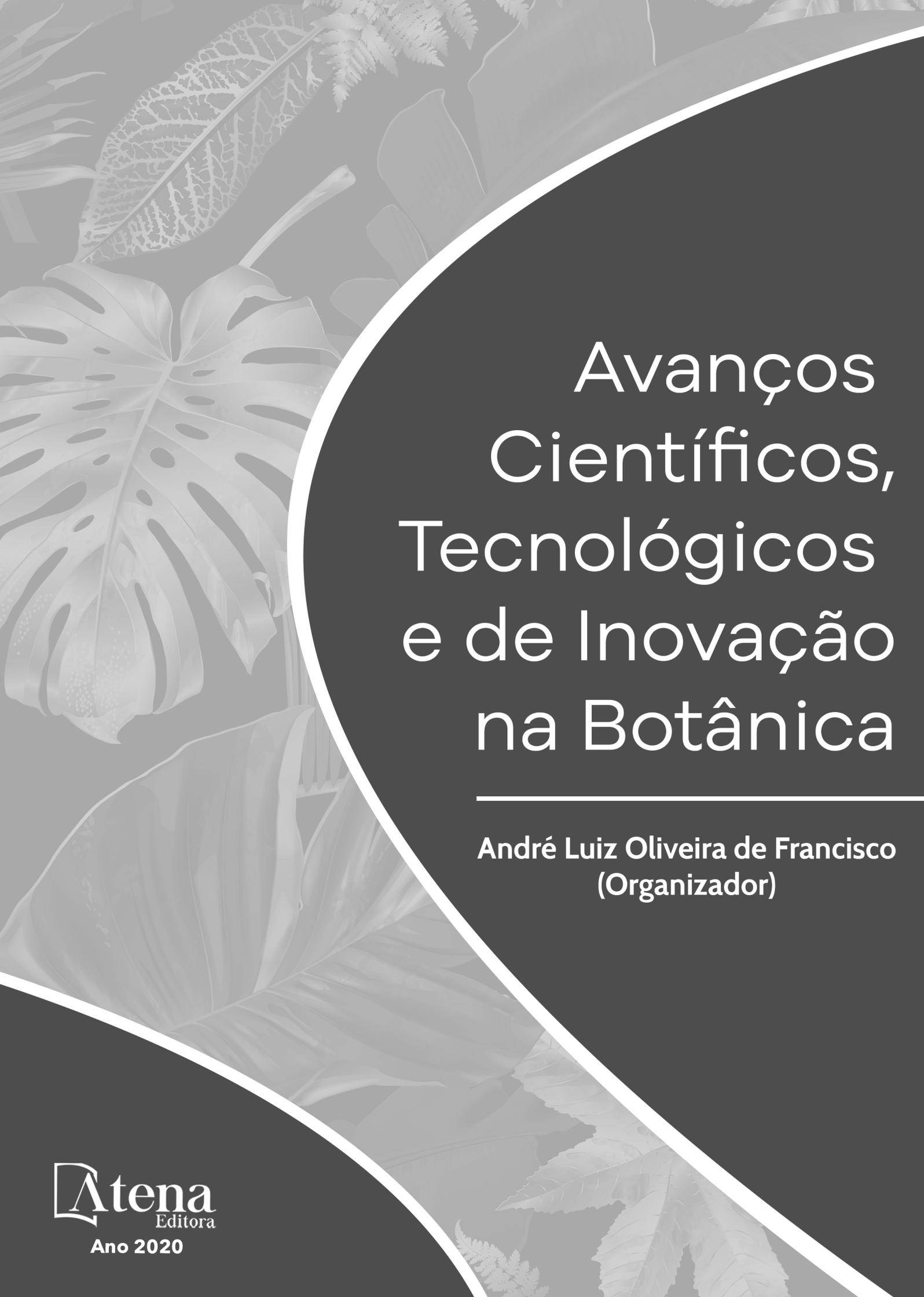




Avanços Científicos, Tecnológicos e de Inovação na Botânica

André Luiz Oliveira de Francisco
(Organizador)



Avanços Científicos, Tecnológicos e de Inovação na Botânica

André Luiz Oliveira de Francisco
(Organizador)

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Lorena Prestes

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
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. 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
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª 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
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A946	<p>Avanços científicos, tecnológicos e de inovação na botânica [recurso eletrônico] / Organizador André Luiz Oliveira de Francisco. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-985-1 DOI 10.22533/at.ed.851201402</p> <p>1. Biologia vegetal. 2. Botânica – Tecnologia. 3. Meio ambiente – Conservação. I. Francisco, André Luiz Oliveira de.</p> <p style="text-align: right;">CDD 582.1</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O livro Avanços Científicos, Tecnológicos e de Inovação na Botânica traz ao leitor temas originais e abordagens diferenciadas, sendo 7 capítulos, nos quais o leitor poderá desfrutar de pontos da biologia vegetal aplicada relacionado a temáticas anatômicas, histológicas, bioquímicas, fisiológicas todas com aplicações em diversos setores da ciência.

A obra tem como objetivo apresentar estudos científicos recentes e inovadores que buscam colocar enfoque em temáticas pouco abordadas (raras), mas com grande aplicabilidade e informações ainda pouco dominadas da biologia vegetal nos ambientes acadêmicos, promovendo atualização do conhecimento e abrindo caminho para novos enfoques e ideias de pesquisa.

A abrangência dos temas promove uma teia de informações que levam a diferentes áreas do conhecimento científico se encontrando em torno do amplo mundo a botânica. Temas como tecnologia de sementes, anatomia e morfologia vegetal, fisiologia vegetal, bioquímica se inter-relacionando num mesmo capítulo a fim de demonstrar dados ainda pouco conhecidos e utilizando-se de técnicas diversas, desde simples como avaliações histológicas a complexas como a cromatografia, levando ao leitor experiências de conhecimento diferenciadas.

A aplicação dos temas estudados é constante nos capítulos presentes na bibliografia, sempre com alcance a diferentes áreas do conhecimento inclusive em um mesmo capítulo. Esta abrangência de áreas na obra amplia a utilidade desta em diferentes ambientes acadêmicos, além de promover a apresentação e integração de temáticas pouco conhecidas entre as áreas do conhecimento.

Neste sentido ressaltamos a importância desta leitura de forma a incrementar o conhecimento da aplicabilidade da botânica e sua inter-relação com áreas do conhecimento correlatas, somando-se a estes, artigos com temas pouco retratadas. Assim tornando sua leitura uma abertura de fronteiras para sua mente com qualidade e didática promovida pela estrutura da Atena Editora. Boa leitura!

André Luiz Oliveira de Francisco

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA E HISTOQUÍMICA DA LÂMINA FOLIAR DE <i>SIDA rhombifolia</i> L.	
Rafaela Damasceno Sá Cledson dos Santos Magalhães Karina Perrelli Randau	
DOI 10.22533/at.ed.8512014021	
CAPÍTULO 2	11
GERMINAÇÃO <i>IN VITRO</i> E PROPAGAÇÃO DE <i>CYRTOPODIUM FLAVUM</i> (ORCHIDACEAE) UTILIZANDO O SECCIONAMENTO DE PROTOCORMOS	
Suzana Stefanello Fabielle Garcia Zandonadi da Cruz Carina Kozera Samara Zanella	
DOI 10.22533/at.ed.8512014022	
CAPÍTULO 3	24
IDENTIFICAÇÃO DE ISOPRENOIDES NA FRAÇÃO HEXÂNICA DAS FOLHAS DE <i>MACHAERIUM ACUTIFOLIUM</i> POR CG-EM	
Adonias Almeida Carvalho Jurema Santana de Freitas Lucivania Rodrigues dos Santos Bruno Quirino Araújo Mariana Helena Chaves	
DOI 10.22533/at.ed.8512014023	
CAPÍTULO 4	35
MUDANÇAS NA MORFOLOGIA DOS SILICOFITÓLITOS DE ACORDO COM A SENESCÊNCIA DAS FOLHAS DA ESPÉCIE <i>Brachiaria decumbens</i> WILD	
Heloisa Helena Gomes Coe Raphaella Rodrigues Dias Giliane Gessica Rasbold Sarah Domingues Fricks Ricardo Igo Fernando Lepsch	
DOI 10.22533/at.ed.8512014024	
CAPÍTULO 5	50
ÓLEOS ESSENCIAIS DE CITRONELA (<i>CYMBOPOGON NARDUS</i> L.) RENDLE - (POACEAE): COMPOSIÇÃO, ATIVIDADES ANTIOXIDANTE E ANTIBACTERIANA	
Stelina Timani Pinheiro Pedro Henrique Ferreira Tomé Mônica Hitomi Okura Nilvanira Donizete Tebaldi Nágilla Daliane Feliciano Edson José Fragiorge	
DOI 10.22533/at.ed.8512014025	

CAPÍTULO 6	64
POLÍMEROS DE PAREDE CELULAR E CARBOIDRATOS NÃO ESTRUTURAIIS DE ESPÉCIES ARBÓREAS PIONEIRAS E NÃO PIONEIRAS DA FLORESTA ATLÂNTICA DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL	
Bernardo Pretti Becacici Macieira	
DOI 10.22533/at.ed.8512014026	
CAPÍTULO 7	78
PRODUÇÃO E VARIAÇÕES QUÍMICAS DE ÓLEOS ESSENCIAIS: UMA BREVE REVISÃO SOBRE OS FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE E A QUANTIDADE	
Ygor Jessé Ramos	
Jéssica Regina Sales Felisberto	
Claudete da Costa - Oliveira	
Elisama Duarte de Pontes	
Daniel de Brito Machado	
Irene Candido Fonseca	
Davyson de Lima Moreira	
DOI 10.22533/at.ed.8512014027	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	105
ÍNDICE REMISSIVO	106

POLÍMEROS DE PAREDE CELULAR E CARBOIDRATOS NÃO ESTRUTURAIS DE ESPÉCIES ARBÓREAS PIONEIRAS E NÃO PIONEIRAS DA FLORESTA ATLÂNTICA DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

Data de aceite: 06/02/2020

Data de submissão: 04/11/2019

Bernardo Pretti Becacici Macieira

Universidade Federal do Espírito Santo,
Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório
de Fisiologia e Bioquímica de Plantas (LaBioPlant)
Vitória – Espírito Santo

<http://lattes.cnpq.br/8848771456041333> – <https://orcid.org/0000-0001-8283-2334>

RESUMO: A classificação sucessional tem utilizado critérios qualitativos e por isso, imprecisos. Os polímeros de parede celular de arbóreas pioneiras e não pioneiras geralmente são fundamentados apenas em hipóteses sobre a densidade da madeira destas espécies, faltando informações sobre a proporção da composição destes constituintes entre as classes sucessionais. O presente estudo foi realizado com o objetivo de caracterizar as proporções de carboidratos não estruturais (CNE) e polímeros de parede celular (PPC) de espécies arbóreas pioneiras e não pioneiras da Floresta Atlântica do Espírito Santo, Brasil. Este trabalho foi conduzido na floresta de tabuleiro da Reserva Natural Vale, município de Linhares. Foram quantificados os teores de carboidratos

não estruturais (açúcares solúveis e amido) e polímeros de parede celular (celulose, hemiceluloses e lignina) de folhas e caule de árvores adultas das espécies pioneiras *Senna multijuga* var. *verrucosa* (Vogel) H.S. Irwin & Barneby, *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin e *Bixa arborea* Huber; e das não pioneiras *Melanoxylon brauna* Schott, *Carpotroche brasiliensis* (Raddi) Endl. e *Neoraputia alba* (Nees & Mart.) Emmerich. As espécies pioneiras mostraram maiores teores de açúcares solúveis no caule. As espécies não pioneiras se destacaram pelo maior teor de amido e PPC nas folhas. No caule, o teor desses polímeros em não pioneiras foram superiores em relação às pioneiras. Considerando que os CNE são moléculas instáveis sujeitas às variações ambientais, concluímos que os PPC sejam os mais seguros para caracterizar as classes sucessionais. Contudo, a lignina foi o composto que mais diferenciou entre as duas classes sucessionais (> 100%), indicando que o teor desse polímero seja o atributo quantitativo mais confiável para identificar espécies arbóreas pioneiras e não pioneiras da Floresta Atlântica.

PALAVRAS-CHAVE: Sucessão florestal, Açúcares solúveis, Lignina.

CELL WALL POLYMERS AND NON-STRUCTURAL CARBOHYDRATES OF PIONEER AND NON- PIONEER TREE SPECIES OF ATLANTIC FOREST OF ESPÍRITO SANTO, BRAZIL

ABSTRACT: Classification of successional stages has used qualitative and therefore inaccurate criteria. Cell wall polymers of pioneer and non-pioneer trees species are generally based only on assumptions about the wood density of these species, lacking information on the proportion and composition of these constituents among successional classes. The aim of present study was to characterize the proportions of non-structural carbohydrates (NSC) and cell wall polymers (CWP) of pioneer and non-pioneer tree species from the Atlantic Forest of Espírito Santo, Brazil. This study was conducted in lowland forest of Vale Nature Reserve, city of Linhares. Non-structural carbohydrates (soluble sugars and starch) and cell wall polymers (cellulose, hemicelluloses, and lignin) were analysed in leaf and wood of mature trees of pioneer trees *Senna multijuga* var. *verrucosa* (Vogel) H.S. Irwin & Barneby, *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin, and *Bixa arborea* Huber; and non-pioneers trees *Melanoxylon brauna* Schott, *Carpotroche brasiliensis* (Raddi) Endl., and *Neoraputia alba* (Nees & Mart.) Emmerich. Pioneer species showed higher contents of soluble sugars in the wood. Non-pioneer species showed higher starch and CWP contents in the leaf. The content of these polymers in the wood of non-pioneer was higher than pioneer tree species. Whereas NSC are unstable molecules subject to environmental variations, we conclude that CWP are the safest to characterize successional classes. However, lignin was the compound that most differentiated between the two successional classes (> 100%) indicating that the content of this polymer is the most reliable quantitative criteria for identifying pioneer and non-pioneer tree species of Atlantic Forest.

KEYWORDS: Forest succession, Soluble sugars, Lignin.

1 | INTRODUÇÃO

A divisão das espécies em classes sucessionais é um artifício utilizado para facilitar a compreensão da dinâmica das florestas e é baseada em observações empíricas (KITAJIMA, 1996). Isso é feito relacionando a posição dos indivíduos na floresta com o perfil do espectro luminoso incidente no local ocupado pela espécie (REICH et al., 2003).

Existem várias propostas para definir as classes sucessionais. BUDOWSKI (1965) propôs uma divisão das arbóreas em quatro classes: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax. Dada a dificuldade em diferenciar as três últimas classes, SWAINE e WHITMORE (1988) reconheceram apenas duas classes: pioneiras e não pioneiras. Esses autores definiram espécies pioneiras como aquelas que germinam, sobrevivem e crescem somente em clareiras e são, portanto, mais tolerantes à intensa irradiância. Já as espécies da categoria final ou tardia de sucessão (não pioneiras), são aquelas que exigem ambientes sombreados do sub-bosque para se estabelecerem.

O critério de classificação das espécies em suas classes sucessionais é

baseado nos seus hábitos ecofisiológicos seguindo padrões estritamente qualitativos e imprecisos. Por muito tempo tem sido afirmado que as pioneiras são fotoblásticas (FINEGAN, 1984; SWAINE e WHITMORE, 1988). Todavia, as arbóreas pioneiras e não pioneiras de florestais tropicais não tem mostrado exigência ao fator luminosidade (LIMA et al., 2008). Além da germinabilidade, outros critérios qualitativos têm sido adotados para categorizar espécies pioneiras e não pioneiras. As pioneiras têm sido diferenciadas das não pioneiras por possuírem maior velocidade de crescimento e taxa de fotossíntese, bem como menor longevidade e densidade da madeira (BUDOWSKI, 1965; FINEGAN, 1984; WHITMORE, 1990), não ficando claros os limites inferiores e superiores dos valores de cada um desses caracteres.

Buscando relacionar as classes sucessionais com as taxas de crescimento em espécies tropicais do Brasil, SOUZA e VÁLIO (2003) constataram que as pioneiras, em comparação as não pioneiras, apresentaram maior taxa de crescimento tanto em pleno sol como na sombra. Já FRIGERI (2007) relatou que espécies pioneiras e não pioneiras apresentaram maiores taxas de crescimento em 50% da irradiância do sol. Esses resultados denotam a falta de um padrão das taxas de crescimento das classes sucessionais (ELLIS et al., 2000), mesmo sendo uma variável quantitativa.

Considerando que espécies de crescimento rápido requerem maior demanda de fotoassimilados para sua atividade metabólica (POORTER e BONGERS, 2006; POORTER et al., 2010; LI et al., 2016; MARTÍNEZ-VILALTA et al., 2016), espécies pioneiras tem mostrado maiores taxas fotossintéticas em relação as não pioneiras na fase juvenil (PORTES et al., 2010). No entanto, em outros estudos com espécies pioneiras e não pioneiras, as taxas fotossintéticas não mostraram diferenças entre as classes sucessionais em pleno sol ou em sombreamento (NOGUEIRA et al., 2004; RIBEIRO et al., 2009), demonstrando que essa variável não segue um padrão bem definido de valores, pelo menos na fase juvenil. Na fase adulta há uma falta de informações sobre os limites inferiores e superiores das taxas de fotossíntese em espécies arbóreas pioneiras e não pioneiras.

De todos os critérios utilizados para categorizar espécies pioneiras e não pioneiras, o que parece ser menos vulnerável as variações ambientais e das fases da ontogenia seja a densidade da madeira (NOVAES et al., 2010; POORTER et al., 2010). As espécies não pioneiras são reconhecidas pela maior densidade da sua madeira associada ao seu crescimento lento (KING et al., 2005; POORTER et al., 2010). Isso sugere que as espécies não pioneiras devam possuir maior teor de polímeros de parede celular como a celulose, as hemiceluloses e a lignina.

A partir destas informações, foi possível hipotetizar que espécies arbóreas não pioneiras de florestas tropicais devam apresentar maiores teores de celulose, hemiceluloses e lignina em órgãos fonte (folhas) e dreno (caule) em relação às pioneiras. Em contrapartida, as espécies arbóreas pioneiras devam apresentar maiores teores de açúcares solúveis em relação às não pioneiras, como demanda de fotoassimilados para o acelerado estabelecimento e rápido crescimento dessa classe. O trabalho

foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar as proporções de carboidratos não estruturais (CNE) e de polímeros de parede celular (PPC) de espécies arbóreas tropicais pioneiras e não pioneiras, visando propor critérios quantitativos que possam ser utilizados na classificação sucessional de espécies arbóreas da Floresta Atlântica.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Este trabalho foi realizado em um fragmento da Floresta Atlântica na vegetação de tabuleiro da Reserva Natural Vale (RNV), localizado no município de Linhares, estado do Espírito Santo, Brasil (19°11'30" S e 40°05'46" W, 58 m de altitude). Para o objetivo proposto foram coletadas amostras de folhas e caule de sete árvores das espécies pioneiras *Senna multijuga* var. *verrucosa* (Vogel) H.S. Irwin & Barneby (Caesalpiniaceae), *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin (Melastomataceae) e *Bixa arborea* Huber (Bixaceae) e das não pioneiras *Melanoxylon brauna* Schott (Caesalpiniaceae), *Carpotroche brasiliensis* (Raddi) Endl. (Achariaceae) e *Neoraputia alba* (Nees & Mart.) Emmerich (Rutaceae) bem representadas na floresta da RNV (LORENZI, 2002; 2008). A altura média e diâmetro à altura do peito (DAP) das espécies pioneiras e não pioneiras foi de 16 m e 24 cm, respectivamente. Amostras de folhas completamente expandidas do terceiro ao quarto nó apical dos ramos e segmentos caulinares retirados com auxílio de trado de incremento no nível do DAP foram coletadas e armazenadas em nitrogênio líquido.

2.2 Carboidratos não estruturais

Amostras de folhas e segmentos caulinares foram congeladas em ultrafreezer -80°C, liofilizadas e, em seguida, pulverizadas em moinho de bola (Modelo TE-350, TECNAL, São Paulo, Brasil) e armazenadas em temperatura ambiente. Para a extração de açúcares solúveis (POLLOCK, 1986), 10 mg do pó foi pesado e submetidos a quatro extrações subsequentes com 1,5 mL de etanol 80% em banho-maria a 80°C durante 20 minutos. O precipitado foi seco em estufa 50°C durante 24 horas e armazenado em temperatura ambiente para posterior análise de amido. O volume total da extração etanólica foi evaporado em concentrador de amostras (Thermo Scientific Express SC250EXP SpeedVac®, Massachusetts, EUA), ressuspendido em 1 mL com água ultrapura Milli-Q e analisados os teores de açúcares solúveis (glicose, frutose e sacarose) por cromatografia líquida de troca aniônica de alta performance (HPAEC/PAD – *High Performance Anion Exchange Chromatography With Pulsed Amperometric Detection*) em sistema Dionex-DX500 (Texas, EUA).

A dosagem de amido seguiu o método de AMARAL et al. (2007). Após remoção dos açúcares solúveis da etapa anterior, foram adicionados ao precipitado 0.5 mL (120 U mL⁻¹) de α -amilase termoestável (EC 3.2.1.1) de *Bacillus licheniformis* (Megazime® Inc., Austrália), diluída em tampão MOPS 10 mM em pH 6,5 seguido de incubação a

75°C por 30 minutos. Este procedimento foi repetido mais uma vez, totalizando 120 unidades de enzima. As amostras foram resfriadas até 50°C, e então foi adicionado 0,5 mL de uma solução contendo 30 U mL⁻¹ de amiloglucosidase (EC 3.2.1.3) de *Aspergillus niger* (Megazime® Inc., Austrália) em tampão acetato de sódio 100 mM em pH 4,5 seguido de incubação a 50°C por 30 minutos. Este procedimento foi repetido mais uma vez. Após as incubações, foram acrescentados 50 µL de ácido perclórico 0,8 M para interromper a reação enzimática. A dosagem de amido prosseguiu através da quantificação de glicose liberada no processo de hidrólise do amido. Foram utilizados 50 µL do extrato com 250 µL do reagente Glicose PAP Liquiform (CenterLab, Brasil), contendo as enzimas glicose-oxidase (11000 U mL⁻¹) e peroxidase (700 U mL⁻¹), 290 µmol L⁻¹ de 4-aminoantipirina e 50 mM de fenol pH 7,5. Após incubação por 15 minutos a 37°C, o teor de glicose foi determinado em espectrofotômetro acoplado a leitor de ELISA (Thermo Scientific Express Multiskan FC Microplate Photometer, Massachusetts, EUA) em comprimento de onda de 490 nm.

2.3 Polímeros de parede celular

A extração e determinação de celulose seguiu o protocolo de BRENDEL et al. (2000), utilizando-se 100 mg de amostras pulverizadas. Para determinação das hemiceluloses foi utilizado 50 mg das amostras seguindo o método de SCHÄDEL et al. (2010) modificado em que a extração enzimática do amido foi substituída pela extração em DMSO 90% (CARPITA e KANABUS, 1987). A extração e determinação de lignina seguiram a metodologia de DOS SANTOS et al. (2008). Foram utilizadas 150 mg das amostras pulverizadas e a determinação do conteúdo de lignina foi realizada através da leitura em espectrofotômetro (Thermo Scientific GENESYS 10S UV-Vis Spectrophotometer, Massachusetts, EUA) em 280 nm.

2.4 Análise estatística

Os dados foram testados utilizando o software estatístico InfoStat (Versão 2018, Grupo InfoStat, FCA, Universidade Nacional de Córdoba, Argentina) para análise de distribuição de normalidade com o teste de Shapiro–Wilk e para análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey (P < 0,01).

3 | RESULTADOS

3.1 Carboidratos não estruturais

Nas folhas, os teores de glicose, frutose e sacarose não diferiram entre as duas classes sucessionais (Figura 1). A pioneira *B. arborea* se destacou pelos maiores teores de glicose (1,5 mg.g⁻¹ Massa Seca = MS) e frutose (1,8 mg.g⁻¹ MS). *S. multijuga* apresentou maior teor de sacarose representando menos que 0,3 mg.g⁻¹ MS. Curiosamente, *M. cinnamomifolia* não apresentou teores de sacarose nas folhas mesmo utilizando sete repetições. Nas não pioneiras, *C. brasiliensis* mostrou maiores

teores de glicose ($1,8 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$), frutose ($1,5 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$) e sacarose ($0,33 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$). Para o xilema secundário do caule, as concentrações dos açúcares solúveis variaram entre as classes sucessionais (Figura 1). As pioneiras mostraram maiores teores de glicose ($6 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$), frutose ($2,3 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$) e sacarose ($7,9 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$), enquanto as espécies não pioneiras apresentaram valores de $1,5 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$, $0,8 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$ e $4,3 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$, respectivamente. Esses critérios quantitativos nas pioneiras se caracterizaram por teores de glicose $\geq 5 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$, frutose $\geq 2 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$ e sacarose $\geq 7 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$ e nas não pioneiras os valores foram de glicose $\leq 2 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$, frutose $\leq 1,5 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$ e sacarose $\leq 4 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$. Comparando os órgãos fonte e dreno, verificou-se que nas folhas a sacarose foi a menor fração dos açúcares solúveis, enquanto no caule, foi a maior fração.

As espécies não pioneiras se destacaram pelos maiores teores de amido foliar (Figura 1), com valores $\geq 1,8 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$, enquanto nas pioneiras esses valores foram $\leq 1,2 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$ (Tabela 4). A espécie não pioneira *N. alba* mostrou maior teor de amido representando $6,1 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$. O teor de amido caulinar não diferenciou entre as duas classes sucessionais (Figura 1). Diferente do observado nas folhas, a espécie não pioneira *N. alba* apresentou o menor valor de amido representando apenas $0,8 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$, enquanto a espécie *C. brasiliensis*, da mesma classe sucessional, se destacou pelo maior teor de amido chegando a representar $5,7 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$.

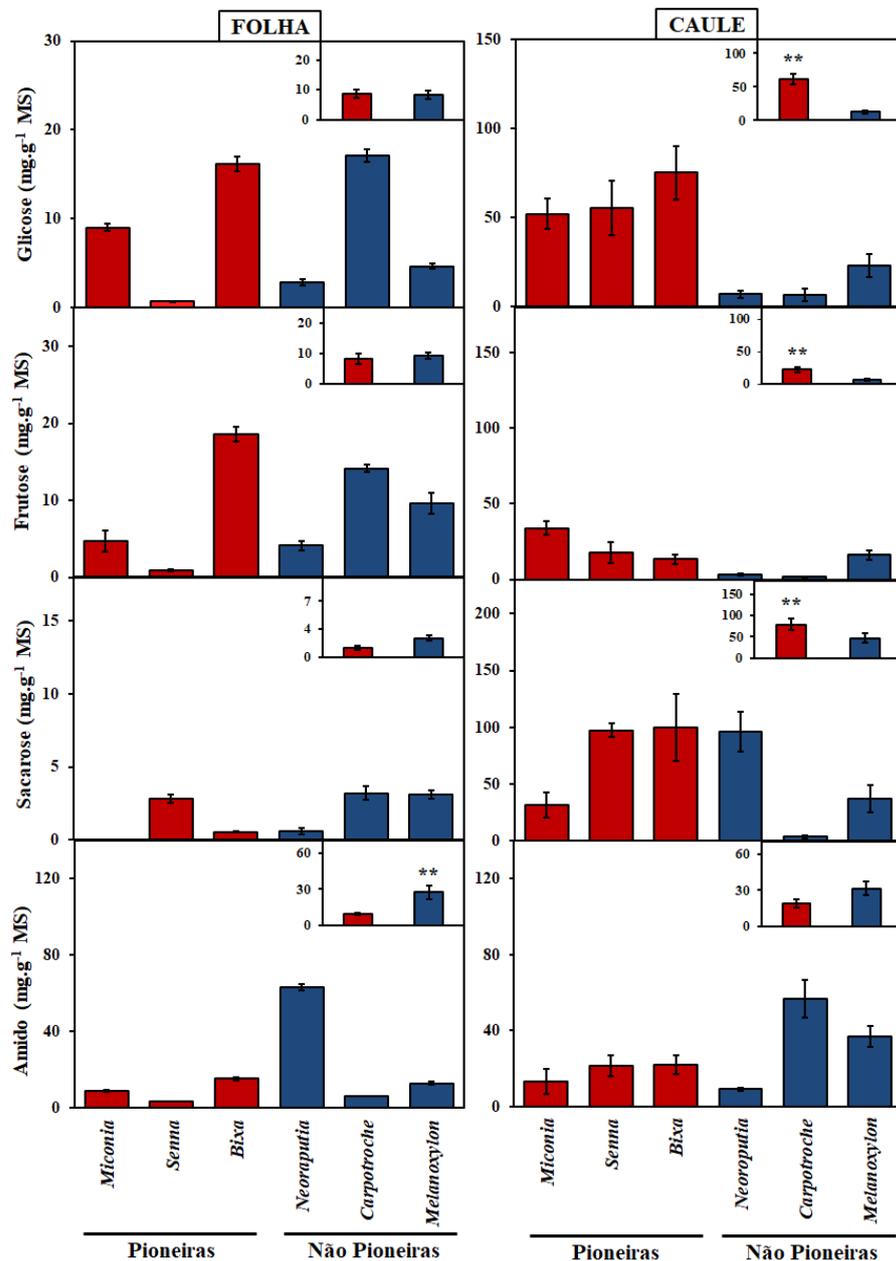


Figura 1. Teores de carboidratos não estruturais (glicose, frutose, sacarose e amido) nas folhas e no caule de espécies arbóreas pioneiras e não pioneiras da Floresta Atlântica do Espírito Santo, Brasil. Os gráficos menores e sobrescritos representam as médias dos teores de carboidratos não estruturais de cada classe sucessional ($n = 21$). As barras verticais representam o desvio padrão da média ($n = 7$). Dois asteriscos representam diferenças significativas entre as classes ($P < 0,01$).

3.2 Polímeros de parede celular

Os teores de polímeros de parede celular (celulose, hemiceluloses e lignina) foram maiores nas folhas e no caule das espécies não pioneiras (Figura 2). O teor da celulose nas folhas nas espécies não pioneiras foi $\geq 8 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$ e no caule $\geq 31 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$, enquanto nas pioneiras esses valores nas folhas foram $\leq 6,5 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$ e no caule $\leq 28 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MS}$ (Figura 2). Os teores de celulose nas folhas e no caule das espécies não pioneiras foi 83% e 57% maior, respectivamente, em relação as espécies pioneiras.

Os valores da concentração de hemiceluloses das espécies não pioneiras foram

$\geq 14 \text{ mg.g}^{-1}$ MS nas folhas e $\geq 21 \text{ mg.g}^{-1}$ MS no caule. As pioneiras exibiram teores de hemiceluloses $\leq 10 \text{ mg.g}^{-1}$ MS nas folhas e $\leq 17 \text{ mg.g}^{-1}$ MS no caule (Figura 2). Comparando as duas classes sucessionais, o teor de hemiceluloses nas folhas das não pioneiras foi 83% maior em relação as pioneiras enquanto no caule esse valor foi de 65%.

A lignina demonstrou ser um critério quantitativo bem representativo para as duas classes sucessionais (Figura 2). As espécies não pioneiras apresentaram teores de lignina $\geq 3 \text{ mg.g}^{-1}$ MS nas folhas e $\geq 15 \text{ mg.g}^{-1}$ MS no caule, enquanto nas pioneiras os teores de lignina foram $\leq 1,8 \text{ mg.g}^{-1}$ MS nas folhas e $\leq 10 \text{ mg.g}^{-1}$ MS no caule. O teor de lignina nas folhas e no caule das espécies não pioneiras foi cerca de 120% maior em relação as pioneiras.

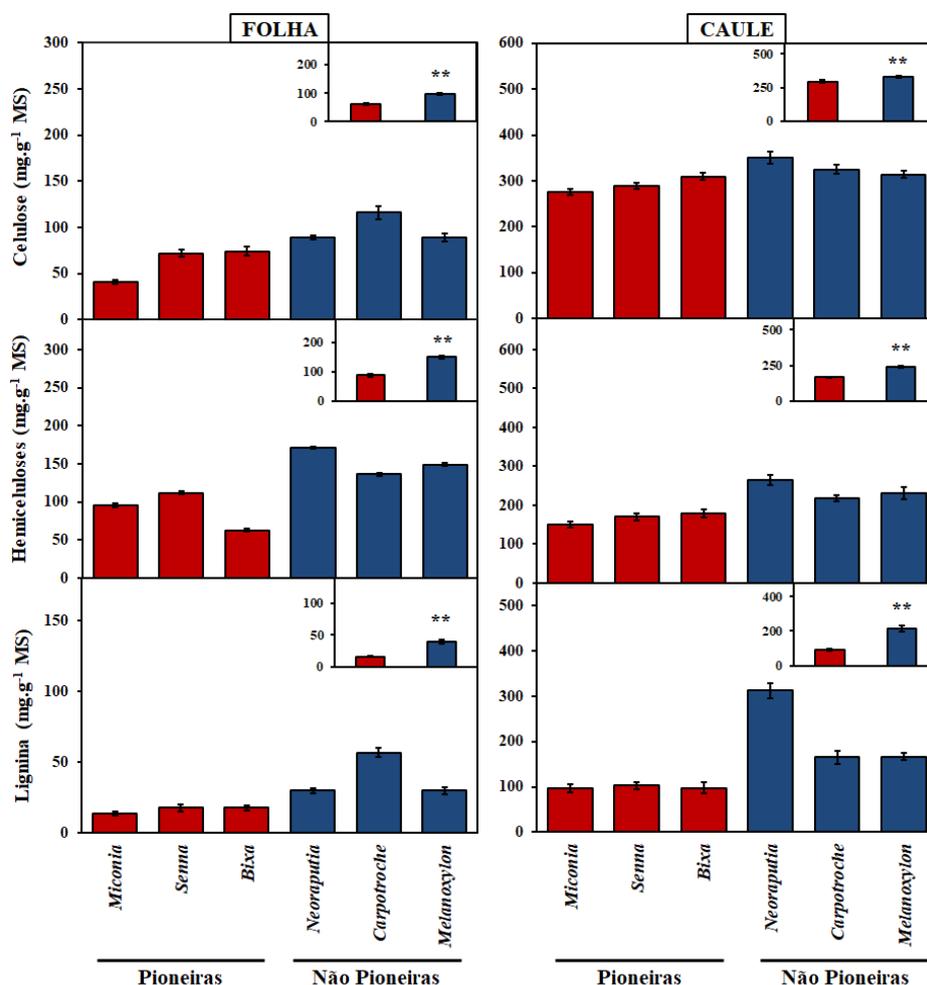


Figura 2. Teores de polímeros de parede celular (celulose, hemiceluloses e lignina) nas folhas e no caule de espécies arbóreas pioneiras e não pioneiras da Floresta Atlântica do Espírito Santo, Brasil. Os gráficos menores e sobrescritos representam as médias dos teores de polímeros de parede celular de cada classe sucessional ($n = 21$). As barras verticais representam o desvio padrão da média ($n = 7$). Dois asteriscos representam diferenças significativas entre as classes ($P < 0,01$).

4 | DISCUSSÃO

As características ecofisiológicas das espécies pioneiras e não pioneiras do

presente estudo mostraram algumas semelhanças com as descrições de BUDOWSKI (1965), FINEGAN (1984) e WHITMORE (1990). De acordo com esses autores, a maior longevidade foliar e densidade do caule das espécies não pioneiras podem estar associadas aos maiores teores de polímeros de parede celular como constatado nos resultados do presente estudo.

Partindo do pressuposto de que as espécies pioneiras possuem maiores taxas fotossintéticas exigidas pelo rápido crescimento (POORTER e BONGERS, 2006; POORTER et al., 2010; LI et al., 2016; MARTÍNEZ-VILALTA et al., 2016), é esperado encontrar maiores concentrações de fotoassimilados nos órgãos fonte e dreno dessa classe. Porém, os teores de glicose, frutose e sacarose das folhas não diferenciou entre as duas classes sucessionais. Isso pode ter ocorrido devido a uma única análise temporal. Outro aspecto que deve ser considerado é a respiração celular mais ativa nessa classe sucessional (PORTES et al., 2010; LI et al., 2016; MARTÍNEZ-VILALTA et al., 2016). Isso poderia ter proporcionado o metabolismo dos fotoassimilados excedentes se igualando aos teores dos açúcares solúveis das espécies não pioneiras. Outro fator que precisa ser considerado é a variabilidade interespecífica (ALBERT et al., 2010). A variação da concentração de açúcares solúveis entre as espécies pioneiras foi elevada, assim como também foi observado para as não pioneiras.

Considerando que as espécies não pioneiras devam apresentar menor atividade fotossintética em relação às pioneiras (KING et al., 2005; POORTER et al., 2010), conseqüentemente reflete em maior teor de amido nas espécies dessa classe sucessional como constatado no presente estudo, exercendo a função como carboidrato de reserva temporário em espécies que apresentam baixa taxa de crescimento (LI et al., 2016; MARTÍNEZ-VILALTA et al., 2016).

Além do papel de reserva, o acúmulo de amido estimula a biossíntese de lignina em espécies de crescimento lento (HARDING et al., 2009; NOVAES et al., 2010) como as espécies não pioneiras (KING et al., 2005; POORTER et al., 2010). Uma correlação positiva entre a biossíntese de lignina, concentração de amido e taxas de crescimento reduzido tem sido observada em alguns estudos com espécies arbóreas de rápido e lento crescimento do hemisfério norte (HARDING et al., 2009; NOVAES et al., 2010). Diferente do amido que mostrou considerável variabilidade interespecífica nas folhas das espécies não pioneiras, a lignina não apresentou essa característica. Da mesma forma que a lignina tem sua síntese estimulada pelo amido, podemos hipotetizar que a maior concentração da celulose e das hemiceluloses nas folhas das espécies não pioneiras também esteja sob controle da concentração de amido.

Os resultados obtidos nas análises dos polímeros de parede celular foram altamente satisfatórios e inéditos sob o ponto de vista ecológico. O maior teor de celulose, hemiceluloses e lignina verificado nas folhas de espécies não pioneiras do presente estudo parece estar associado a maior longevidade foliar dessa classe (POORTER e BONGERS, 2006). De acordo com estes autores, folhas com maior longevidade são densas e caras para serem produzidas, porém, têm maior espessura

e são capazes de resistir a danos físicos e impedir herbívoros generalistas. Folhas mais densas resultam de células densamente empacotadas, levando à limitação de difusão do CO₂ dentro da folha, e conseqüentemente, proporcionando menores taxas fotossintéticas (PORTES et al., 2010).

A possível maior atividade fotossintética das espécies pioneiras pode ter refletido na maior translocação dos fotoassimilados do órgão fonte (folhas) para o órgão dreno (caule), confirmado pelas maiores concentrações dos açúcares solúveis no caule das espécies dessa classe sucessional. Considerando que os fotoassimilados não foram utilizados mais eficientemente na síntese de celulose, hemiceluloses e lignina (menores teores de polímeros de parede celular em relação as espécies não pioneiras), podemos deduzir que a taxa da respiração celular seja maior do que a biossíntese dos polímeros de parede celular nas espécies pioneiras. Tal hipótese é sustentada pela informação de que as espécies dessa classe sucessional apresentam maior velocidade de crescimento (POORTER e BONGERS, 2006; POORTER et al., 2010; LI et al., 2016; MARTÍNEZ-VILALTA et al., 2016) o que exige maior demanda de compostos ricos em carbono para a respiração celular (PORTES et al. 2010; LI et al., 2016; MARTÍNEZ-VILALTA et al., 2016).

Diferente das pioneiras, as espécies não pioneiras apresentaram maiores teores de polímeros de parede celular no caule relacionado com a menor taxa de crescimento (KING et al., 2005; POORTER e BONGERS, 2006; POORTER et al., 2010) e menor taxa de respiração celular das espécies tolerantes à sombra (PORTES et al., 2010; MARTÍNEZ-VILALTA et al., 2016). Com isso, a maior concentração dos fotoassimilados estimularia a atividade da enzima celulose sintase (GIBEAUT et al., 2001). O maior teor de celulose verificado em espécies não pioneiras desse estudo parece contribuir para a resistência à tração paralela das fibras, devido a presença de fortes ligações covalentes nos anéis piranose e entre unidades de glicose da cadeia do polímero de celulose. Já a lignina é parcialmente responsável por sua resistência à compressão (GARCÍA HORTAL, 2007).

A grande diferença encontrada nos resultados de lignina comparado com a celulose e hemiceluloses foram determinantes na diferenciação dos dois grupos ecológicos aqui avaliados, em virtude da diferença verificada entre as duas classes sucessionais e os órgãos na concentração deste polímero, que no caule foi de 122% e nas folhas de 133%. KIRST et al. (2004) estudando a relação da lignina com o crescimento de espécies arbóreas indicaram uma clara associação entre a composição da parede celular e o crescimento da planta. Estes autores relataram que a transcrição dos genes que codificam enzimas da via biossintética de monolignóis, precursores da síntese de lignina, são mais eficientes em árvores de crescimento lento confirmado pela maior relação siringila/guaiacila (*S/G*), unidades precursoras da lignina. Segundo NOVAES et al. (2010), a alocação de carbono para a síntese de lignina é mais eficiente do que o dreno dos carboidratos para a síntese de celulose e hemiceluloses em espécies de crescimento lento como as não pioneiras.

As hipóteses levantadas nesse estudo foram confirmadas onde se constatou que as espécies pioneiras apresentaram maiores teores de açúcares solúveis (glicose, frutose e sacarose) no caule, enquanto as não pioneiras exibiram maiores teores de amido nas folhas e de polímeros de parede celular (celulose, hemiceluloses e lignina) nos órgãos fonte e dreno.

5 | CONCLUSÃO

De todas as variáveis analisadas, os polímeros de parede celular foram os que mostraram diferenças relevantes entre as espécies pioneiras e não pioneiras desse estudo. Deste modo, a determinação dos polímeros de parede celular é o mais indicado para classificação de espécies pioneiras e não pioneiras devido a maior estabilidade dessas moléculas. Todavia, dentre os polímeros a lignina foliar e caulinar apresentou maior diferença entre as duas classes sucessionais, especialmente em folhas. Considerando a facilidade de coleta e procedimento de análise, concluímos que a determinação de lignina foliar é a mais indicada para auxiliar na classificação de espécies arbóreas pioneiras e não pioneiras da Floresta Atlântica do estado do Espírito Santo.

REFERÊNCIAS

ALBERT, C.H.; THUILLER, W.; YOCCOZ, N.; SOUDANT, A.; BOUCHER, F.; SACCONI, P.; LAVOREL, S. Intraspecific functional variability: extent, structure and sources of variation. **Journal of Ecology**, v. 98, n. 3, p. 604–613, 2010.

AMARAL, L.I.V.; GASPAR, M.; COSTA, P.M.F.; AIDAR, M.P.M.; BUCKERIDGE, M.S. Novo método enzimático rápido e sensível de extração e dosagem de amido em materiais vegetais. **Hoehnea**, v. 34, p. 425–431, 2007.

BRENDEL, O.; LOSETTA, P.P.M.G.; STEWART, D. A rapid and simple method to isolate pure alpha cellulose. **Phytochemistry Analysis**, v. 17, p. 7–10, 2000.

BUDOWSKI, G.N. Distribution of tropical American rain forest species in the light of sucessional process. **Turrialba**, v. 15, p. 440–442, 1965.

CARPITA, N.C.; KANABUS, J. Extraction of starch by dimethyl sulfoxide and quantitation by enzymatic assay. **Analytical Biochemistry**, v. 161, n. 1, p. 132–139, 1987.

DOS SANTOS, W.D.; FERRARESE, M.L.; NAKAMURA, C.V.; MOURÃO, K.S.M. MANGOLIN, C.A.; FERRARESE-FILHO, O. Soybean (*Glycine max*) root lignification induced by ferulic acid. The possible mode of action. **Journal of Chemical Ecology**, v. 34, p. 1230–1241, 2008.

ELLIS, A.R.; HUBELL, S.P.; POTVIN, C. In situ field measurements of photosynthetic rates of tropical tree species: a test of the functional group hypothesis. **Canadian Journal of Botany**, v. 78, p. 1336–1347, 2000.

FINEGAN, B. Forest succession. **Nature**, v. 312, p. 109–114, 1984.

FRIGERI, R.B.C. Relação entre raiz e parte aérea de plântulas de espécies arbóreas tropicais sob diferentes níveis de radiação solar. **Tese de Doutorado em Biologia Vegetal**, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2007. 152p.

GARCÍA HORTAL, J.A. **Fibras papeleras**. Barcelona: UPC, 2007. 243p.

GIBEAUT, D.M.; CRAMER, G.R.; SEEMANN, J.R. Growth, cell walls, and UDP-Glc dehydrogenase activity of *Arabidopsis thaliana* grown in elevated carbon dioxide. **Journal of Plant Physiology**, v. 158, n. 5, p. 569–576, 2001.

HARDING, S.A.; JARVIE, M.M.; LINDROTH, R.L.; TSAI, C.J. A comparative analysis of phenylpropanoid metabolism, N utilization, and carbon partitioning in fast- and slow-growing *Populus* hybrid clones. **Journal of Experimental Botany**, v. 60, p. 3443–3452, 2009.

KING, D.A.; DAVIES, S.J.; NUR SUPARDI, M.N.; TAN, S. Tree growth is related to light interception and wood density in two mixed dipterocarp forests of Malaysia. **Functional Ecology**, v. 19, p. 445–453, 2005.

KIRST, M.; MYBURG, A.A.; De LEON, J.P.; KIRST, M.E.; SCOTT, J.; SEDEROFF, R. Coordinated genetic regulation of growth and lignin revealed by quantitative trait locus analysis of cDNA microarray data in an interspecific backcross of *Eucalyptus*. **Plant Physiology**, v. 135, p. 2368–2378, 2004.

KITAJIMA, K. Cotyledon functional morphology, patterns of seed reserve utilization and regeneration niches of tropical tree seedlings. In: SWAINE, M.D. (Ed.) **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Parthenon Publishing Group, Paris, France, p. 193–210, 1996.

LI, N.; NIANPENG, H.; YU, G.; WANG, Q.; SUN, J. Leaf non-structural carbohydrates regulated by plant functional groups and climate: evidences from a tropical to cold-temperate forest transect. **Ecological Indicators**, v. 62, p. 22–31, 2016.

LIMA, J.D.; SILVA, B.M.S.; MORAES, W.S.; DANTAS, V.A.V.; ALMEIDA, C.C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazonica**, v. 38, p. 5–10, 2008.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 2. ed., Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, v. 2, 2002. 368p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 5. ed., Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, v. 1, 2008. 384p.

MARTÍNEZ-VILALTA, J.; SALA, A.; ASENSIO, D.; GALIANO, L.; HOCH, G.; PALACIO, S.; PIPER, F.I.; LLORET, F. Dynamics of non-structural carbohydrates in terrestrial plants: a global synthesis. **Ecological Monographs**, v. 86, n. 4, p. 495–516, 2016.

NOGUEIRA, A.; MARTINEZ, C.A.; FERREIRA, L.L.; PRADO, C.H.B.A. Photosynthesis and water use efficiency in twenty tropical tree species of differing succession status in a Brazilian reforestation. **Photosynthetica**, v. 42, n. 3, p. 351–356, 2008.

- NOVAES, E.; KIRST, M.; CHIANG, V.; WINTER-SEDEROFF, H.; SEDEROFF, R. Lignin and biomass: A negative correlation for wood formation and lignin content in trees. **Plant Physiology**, v. 154, p. 555–561, 2010.
- POLLOCK, C.J. Fructans and the metabolism of sucrose in vascular plants. **New Phytologist**, v. 104, p. 1–24, 1986.
- POORTER, L.; BONGERS, F. Leaf traits are good predictors of plant performance across 53 rain forest species. **Ecology**, v. 87, n. 7, p. 1733–1743, 2006.
- POORTER, L.; MCDONALD, I.; ALARCÓN, A.; FICHTLER, E.; LICONA, J.; PEÑA-CLAROS, M.; STERCK, F.; VILLEGAS, Z.; SASS-KLAASEN, U. The importance of wood traits and hydraulic conductance for the performance and life history strategies of 42 rainforest tree species. **New Phytologist**, v. 185, p. 481–492, 2010.
- PORTES, M.T.; DAMINELI, D.S.C.; RIBEIRO, R.V.; MONTEIRO, J.A.F.; SOUZA, G.M. Evidence of higher photosynthetic plasticity in the early successional *Guazuma ulmifolia* Lam. compared to the late successional *Hymenaea courbaril* L. grown in contrasting light environments. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 1, p. 75–83, 2010.
- REICH, P.B.; WRIGHT, I.J.; CAVENDER-BARES, J.; CRAINE, J.M.; OLEKSYN, J.; WESTOBY, M.; WALTERS, M.B. The evolution of plant functional variation: traits, spectra, and strategies. **International Journal of Plant Science**, v. 164, p. 143–164, 2003.
- RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 2009.
- SCHÄDEL, C.; BLÖCHL, A.; RICHTER, A.; HOCH, G. Quantification and monosaccharide composition of hemicelluloses from different plant functional types. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 48, n. 1, p. 1–8, 2010.
- SOUZA, R.P.; VÁLIO, I.F.M. Seedling growth of fifteen Brazilian tropical tree species differing in successional status. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, p. 35–47, 2003.
- SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, v. 75, n. 1, p. 81–86, 1988.
- WHITMORE, T.C. Tropical rain forest dynamics and its implications for management. *In*: GOMES-POMPA, A.; WHITMORE, T.C.; HADLEY, M. (Eds.) **Rain Forest Regeneration and Management**. Paris, UNESCO and The Paragon Publishing Group, p. 67–89, 1990.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Ácido linoleico 50, 54, 58, 59, 61
- Açúcares solúveis 64, 66, 67, 69, 72, 73, 74
- Antidiabética 3
- Antioxidante 3, 25, 50, 51, 52, 54, 55, 57, 58, 59, 61, 63, 102
- Arbóreas não pioneiras 66
- Arbóreas pioneiras 64, 66, 70, 71, 74

B

- Benzilaminopurina 11, 12, 14
- Brachiaria decumbens* 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49

C

- Caracterização Anatômica 1, 3
- Carboidratos não estruturais 64, 67, 68, 70
- Citronelal 51, 52, 56, 58, 59, 60, 61
- Colesterol 24, 25, 28, 33, 34
- Compostos bioativos 51
- Compostos secundários 51
- Concentração inibitória mínima 51, 55, 59
- Controle de qualidade 1, 7, 50, 57, 79
- Cromatografia 26, 27, 33, 67

E

- Ecologia química 79
- Esteroides 1, 3, 5, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33
- Estudo fitoquímico 24
- Explantes 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21
- Extração 26, 35, 38, 39, 57, 67, 68, 74, 96, 97, 99

F

- Fabaceae 24, 25, 33
- Farmacobotânica 62
- Fatores Abióticos 79, 81, 83, 88, 89, 101
- Fatores Bióticos 79, 81, 82
- Fatores genéticos 81
- Fitólitos 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49
- Folhas senescentes 36, 43

G

- Geraniol 51, 52, 56, 58, 59, 60, 61, 63, 90

L

Lignina 1, 3, 6, 64, 66, 68, 70, 71, 72, 73, 74

M

Machaerium 24, 25, 26, 33, 34

Malvaceae 1, 2, 4, 7, 8, 9, 10

Metabólitos 3, 7, 25, 78, 79, 81, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 99

Micropropagação 11, 13, 14, 21, 22

Microscopia 1, 5, 39

Morfotipos 35, 40, 41, 42, 43, 46, 47

P

Panicoideae 36, 37, 52

Polímeros de parede celular 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74

R

Regeneração in vitro 12

S

Sucessão florestal 64

T

Tecnologia farmacêutica 79

Triterpenoide 24, 27, 30, 32, 33

V

Viabilidade de Sementes 15, 23

 **Atena**
Editora
2 0 2 0