

Caracterização química de madeiras da caatinga e aplicações biomiméticas de seus extrativos

Rickson A. M. de Oliveira¹, Natália D. de Souza¹, Henrique Trevisan¹, Matheus H. dos R. Fonseca¹, Rosimeire C. dos Santos², Ananias F. Dias Júnior³.

¹Universidade Federal Rural Do Rio de Janeiro; ²Universidade Federal do Rio Grande do Norte, ³Universidade Federal do Espírito Santo – rickson@ufrj.br

Resumo: A Caatinga, a floresta árida mais biodiversa do mundo, enfrenta pressão devido ao desmatamento ilegal, sendo a madeira de suas espécies amplamente utilizada para lenha e carvão. Caracterizar quimicamente a madeira das espécies da região proporciona um conhecimento mais específico, levando a aplicações mais sustentáveis e de maior valor agregado. Este estudo teve como objetivo caracterizar quimicamente a madeira de *Amburana cearensis* e *Cenostigma pyramidale*, realizando também a prospecção fitoquímica dos extrativos e avaliando seu potencial antifúngico. Foram encontrados em *A. cearensis* e *C. pyramidale*, respectivamente, teores de holocelulose de 62% e 71%, para lignina de 21% e 18% e extrativos 8% e 5%, apresentando compostos como alcaloides, taninos e flavonoides. Conclui-se que os extrativos das madeiras das espécies da caatinga apresentam classes específicas de metabólitos secundários, não apresentando potencial antifúngico (*Postia Placenta*) nas concentrações avaliadas, porém podem ser utilizadas como fonte de corante natural.

Palavras-chave: Metabólitos secundários, Extrativos, Caracterização química.

Chemical characterization of caatinga woods and biomimetic applications of their extracts

Abstract: The Caatinga, the most biodiverse arid forest in the world, faces pressure from illegal deforestation, with its species wood widely used for firewood and charcoal. Chemically characterizing the wood of species from this region provides more specific knowledge, leading to more sustainable and higher-value applications. This study aimed to chemically characterize the wood of *Amburana cearensis* and *Cenostigma pyramidale*, also conducting a phytochemical screening of their extracts and evaluating their antifungal potential. *A. cearensis* and *C. pyramidale* were found to contain holocellulose levels of 62% and 71%, lignin levels of 21% and 18%, and extractives of 8% and 5%, respectively, with compounds such as alkaloids, tannins, and flavonoids. It was concluded that the wood extracts from Caatinga species contain specific classes of secondary metabolites, showing no antifungal potential (against *Postia placenta*) at the evaluated concentrations; however, they may be used as a source of natural dye.

Keywords: Secondary metabolites, Extractives, Chemical characterization.

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga, a floresta árida mais biodiversa do mundo e o único bioma exclusivo do Brasil, ocupa cerca de 10% do território nacional (IBGE, 2019). Com

cerca de 6370 espécies de plantas e fungos distribuídas em 232 famílias (Flora e Funga do Brasil, 2024), caracteriza-se por uma vegetação adaptada à escassez de água e às altas temperaturas (Souza, 2020).

Dentro dessa biodiversidade, as espécies arbóreas da família Fabaceae, *Amburana cearensis* (alémão) a.C.Sm. (cumaru) e *Cenostigma pyramidale* (tul.) Gagnon & g.P.Lewis (catingueira) destacam-se pela sua ampla distribuição e aplicações. Os principais usos das espécies estão associados ao seu potencial ornamental, à restauração florestal, ao aproveitamento madeireiro e à medicina popular (devido à presença de metabólitos secundários (extrativos) que têm aplicações no tratamento de diversas enfermidades (Matias *et al.*, 2019; Machado, 2022).

Os extrativos são modificações nos carboidratos que ocorrem durante processos fisiológicos das plantas e podem influenciar características da madeira, como cor, aroma, resistência à deterioração, sabor e propriedades abrasivas, variando entre espécies arbóreas. Esses compostos representam, em média, de 3% a 10% da massa de madeira seca (Wastowski, 2018). Eles têm uma ampla gama de aplicações comerciais, desde a indústria farmacêutica até a alimentícia (Vizzotto, 2010), sendo também utilizados na medicina tradicional e na pesquisa científica por suas propriedades terapêuticas e de controle de microrganismos (Azevedo Junior *et al.*, 2022).

Com isso, o objetivo desta pesquisa foi caracterizar quimicamente a madeira das espécies cumaru e catingueira da caatinga, avaliando também a composição dos extrativos e potenciais aplicações destes, frente ao fungo de podridão parda *Postia placenta*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material de estudo

O estudo utilizou material coletado em talhões na Fazenda Milhã/Poço da Pedra, no Rio Grande do Norte, Brasil (5°35'47.3"S e 35°51'59.6"W), que abrange 1132,78 ha de mata nativa de Caatinga sob manejo florestal sustentável, representando cerca de 60% da área total. Árvores de cumaru e catingueira foram abatidas em condições ambientais semelhantes, com três indivíduos de cada espécie. Discos de madeira foram retirados de cinco posições na altura comercial das árvores

(0%, 25%, 50%, 75% e 100%), homogêneos e separados da casca para análises subsequentes.

2.2 Análise da composição química

As amostras foram preparadas através de lasqueamento dos discos, quarteamento e trituração em moinho tipo Willey, utilizando a fração retida na malha 60 mesh após passar pela malha 40 mesh. Os teores de extrativos, holocelulose por cloração e lignina de Klason foram determinados conforme Abreu *et al.* (2006). Para isso, 10 g da amostra triturada foram colocadas em cartuchos de papel filtro e submetidas a três extrações sucessivas no extrator Soxhlet: ciclohexano, acetato de etila e metanol, cada uma por 12 horas, com 250 ml de solvente por extração.

2.3 Prospecção Fitoquímica

Os ensaios fitoquímicos para identificação de metabólitos secundários nas madeiras seguiram Matos (2009). Utilizou-se o extrato polar, obtido com metanol, para extrair uma ampla gama de compostos. Cada extrato hidrofílico foi testado em duplicata para detectar fenóis e taninos (cloreto férrico); antocianinas, antocianidinas e flavonoides (variação de pH); leucoantocianidinas, catequinas e flavonas (variação de pH e aquecimento); flavonóis, flavanonas, flavanonois e xantonas (Shinoda); esteroides e triterpenoides (Liebermann-Burchard); saponinas (teste de espuma); resinas (turvação do extrato) e alcaloides (Dragendorff e Mayer). Os resultados foram avaliados qualitativamente por reações colorimétricas, formação de espuma, precipitado e fluorescência.

2.4 Teste de potencial antifúngico

Para avaliar o potencial dos extrativos, foram confeccionados 36 corpos de prova de madeira de *Pinus*, com dimensões 3x2,5x1 cm (ASTM D2017) para ensaios de deterioração por *Postia placenta* (podridão parda). O experimento incluiu dois tratamentos: extrativos hidrofílicos de cumaru (55,20 mg/ml, absorção de 521,33 mg/cm³, retenção de 77,52 mg/cm³) e de catigueira (34,90 mg/ml, absorção de 523,02 mg/cm³, retenção de 64,99 mg/cm³). Os corpos de prova tratados foram aclimatados por 15 dias (~13% de umidade) e distribuídos em 12 frascos de 600 ml (dois corpos de prova por frasco) com 118 g de solo, 40 ml de água destilada e duas lâminas de *Pinus* esterilizadas e inoculadas com *P. placenta*. O experimento foi

realizado a 28 ± 2 °C e $75 \pm 5\%$ de umidade relativa por 4 meses. Após, as amostras foram limpas, aclimatadas e pesadas para calcular a perda de massa. A eficiência dos tratamentos foi classificada segundo a norma ASTM D2017 (1994): muito resistente (0-10% de perda), resistente (11-24%), moderadamente resistente (25-44%) e não resistente (acima de 45%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química das madeiras das espécies cumaru e catingueira avaliadas está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química das espécies *A. cearensis* (cumaru) e *C. pyramidale* (catingueira). Teores de holocelulose, lignina e extrativos (% da massa seca).

Composição química	Cumaru	Catingueira
Holocelulose	61,6 \pm 4,1	71,1 \pm 2,0
Lignina	21,3 \pm 1,4	17,7 \pm 2,5
Extrativos Apolares	2,2 \pm 0,9	0,4 \pm 0,1
Extrativos de Polaridade Média	1,1 \pm 0,3	0,7 \pm 0,2
Extrativos Polares	4,9 \pm 0,6	4,3 \pm 0,5
Total de extrativos	8,2 \pm 1,8	5,4 \pm 0,5
*Soma	91,1 \pm 5,1	94,3 \pm 3,8

*. Valores de Lignina, holocelulose e total de extrativos. \pm . Desvio padrão.

Os valores encontrados mostraram-se próximos aos teores médios relatados para madeiras de folhosas, que são de $75 \pm 7\%$ para holocelulose, $20 \pm 4\%$ para lignina e $3 \pm 2\%$ para extrativos (Klock; Andrade, 2013). Além disso, houve similaridade com outras espécies da caatinga, como angico-vermelho, jurema-preta e jurema-vermelha, que apresentaram teores de holocelulose entre 60% e 70%, lignina entre 24% e 30%, e extrativos variando de 4% a 10% (Paes *et al.*, 2013).

Analisando os extrativos polares das espécies de cumaru e catingueira foi possível identificar classes específicas de metabólitos secundários (Tabela 2).

Tabela 2. Prospecção fitoquímica dos extrativos polares das madeiras das espécies *A. cearensis* (cumaru) e *C. pyramidale* (catingueira).

Grupos químicos avaliados	Cumaru	Catingueira
Alcaloides	+	+
Taninos condensado	+	-

Taninos pirogálicos	-	+
Fenóis	+	+
Antocianinas e Antocianidinas	-	-
Flavonas, Flavonóis, Xantonas	+	+
Chalconas, Auronas	-	-
Flavanonóis	-	-
Leucoantocianidinas	-	+
Catequinas	+	-
Flavanonas	-	+
Flavonóis, Flavanonas, Flavanonóis e Xantonas	+	+
Esteróides	-	-
Triterpenóides	+	+
Saponinas	-	+
Resinas	-	-

+. Presença. -. Ausência.

Pesquisas sobre o cumaru destacaram a presença, em diversos órgãos, de compostos como cumarinas, flavonoides e glicosídeos fenólicos, que explicam seu uso popular como broncodilatador, analgésico e anti-inflamatório. No entanto, ainda há poucas investigações sobre seu potencial antimicrobiano (Rodrigues, 2020; Ribeiro; Silva, 2022). Em relação à catingueira, foram identificados compostos fenólicos, ácido gálico e flavonoides como catequina, quercetina, rutina e kaempferol, os quais demonstraram atividade antioxidante e ansiolítica. No entanto, ao avaliar a atividade antibacteriana dos extratos da casca, não observaram efeito isolado (Chaves *et al.*, 2016; Paiva, 2021).

A biomimética, que se inspira em modelos naturais para desenvolver soluções inovadoras, pode ser aplicada na química da madeira, especialmente na utilização de extrativos. Estudos apontam que compostos como flavonoides e taninos têm propriedades antifúngicas, oferecendo uma alternativa ecológica aos preservativos sintéticos (Militão *et al.*, 2021). O levantamento de Mesquita *et al.* (2017) destaca o potencial bioativo das espécies da Caatinga, incluindo a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.), justificando a exploração de novas espécies. Além do potencial de preservação, a impregnação de extrativos em madeiras pode alterar sua coloração, conferindo maior valor comercial ao material (Brocco *et al.*, 2020).

Ao avaliar o potencial antifúngico dos extrativos das espécies, constatou-se que eles não foram eficazes em inibir o desenvolvimento do fungo *Postia placenta* nas concentrações utilizadas. A madeira de *Pinus* tratada com os extrativos de cumaru e catingueira apresentou, respectivamente, 35,9% e 28,8% de degradação após o experimento, em comparação com 30,8% do controle. Em todos os casos, os corpos

de prova foram classificados como de resistência moderada, conforme a norma ASTM D2017 (1994). Apesar da ineficiência frente ao fungo mencionado, observou-se que a impregnação desses extrativos alterou a coloração original das amostras, agregando valor estético à madeira de *Pinus* (Figura 1).

Figura 1. Alteração da cor da madeira de *Pinus* em função dos tratamentos. **A.** Controle (Sem tratamento). **B.** Extrativos de cumaru. **C.** Extrativos de catingueira.



Outros estudos destacam a importância da coloração para produtos de maior valor comercial (Barros *et al.*, 2014; Barbosa Junior, 2020). Neste trabalho, observou-se que os extrativos escureceram a madeira de *Pinus*, aproximando-a da tonalidade de espécies tropicais mais valorizadas. Este estudo demonstra aplicações e incentiva a exploração de produtos baseados em biomimética, contribuindo para o avanço social e a valorização dos recursos naturais da Caatinga.

4. CONCLUSÃO

- Teores de holocelulose, lignina e extrativos totais das espécies são compatíveis com valores médios para folhosas e outras Fabaceae;
- Cumaru e catingueira apresentam classes específicas de metabólitos secundários, como alcaloides, taninos e flavonoides;
- Os extrativos alcoólicos da madeira das espécies de cumaru e catingueira não foram eficazes contra o fungo *Postia placenta* nas concentrações testadas.

5. REFERÊNCIAS

ABREU, H. S.; CARVALHO, A. M.; MONTEIRO, M. B. O. *et al.* Métodos de análise em química da madeira. **Série Técnica Floresta e Ambiente**, p. 1-20, 2006.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D2017**: standard test method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of wood. Philadelphia, 1994.

AZEVEDO JUNIOR, P. R. L.; OLIVEIRA, R. A. M.; MENDES, M. B. *et al.* Potencial antifúngico " *in vitro*" de extratos foliares de espécies de *Justicia* L. (Acanthaceae) diante de isolados clínicos veterinários de dermatófitos. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, p. e62111032346- e62111032346, 2022.

BARBOSA JUNIOR, Raimundo Nonato da Silva. **Processos de beneficiamento e aproveitamento de resíduos do processamento do caju (*Anacardium occidentale*) uma revisão bibliográfica**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

BARROS, S. V. S.; MUNIZ, G. I. B.; MATOS, J. L. M. *et al.* Caracterização colorimétrica das madeiras de três espécies florestais da Amazônia. **Cerne**, v. 20, p. 337-342, 2014.

BROCCO, V.F.; PAES, J. B.; COSTA, L. G. D. *et al.* Alterações na cor da madeira e propriedades termiticidas do extrato de cerne de teca usado como conservante de madeira. **Holzforschung**, v. 74, n. 3, p. 233-245, 2020.

CHAVES, T. P.; FERNANDES, F. H. A.; SANTANA, G. P. *et al.* Evaluation of the interaction between the *Poincianella pyramidalis* (Tul.) LP Queiroz extract and antimicrobials using biological and analytical models. **Plos One**, v. 11, n. 5, p. e0155532, 2016.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 13 Ago 2024

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000**. Rio de Janeiro: Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2019. 168 p.

KLOCK, U.; ANDRADE, A. S. **Química da Madeira**. 4^a ed. rev. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2013. Disponível em: <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/quimicadamadeira/Quimica%20da%20Madeira%202013.pdf> Acesso em: 10, ago, 2024.

MACHADO, J. **Potencial de uso das espécies da restinga arbórea da fazenda experimental da ressacada**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MATIAS, J. R.; SILVA, F. F. S. da; DANTAS, B. F. Catingueira-verdadeira *Poincianella pyramidalis* [Tul.] LP Queiroz. **Informativo ABRATES (Nota técnica 6)**, v. 29, n. 1/3, p. 28-33, 2019. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1139572>. Acesso em: 10 ago. 2024.

MATOS, F. J. A. **Introdução à fitoquímica experimental**. 2. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

MESQUITA, M. O. M.; PINTO, T. M. F.; MOREIRA, R. F. Potencial antimicrobiano de extratos e moléculas isolados de plantas da Caatinga: uma revisão. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 216-230, 2017.

MILITÃO, L. V., SASAYA, A. Y., DE CARVALHO, F. W. B. *et al.* Compostos naturais extraídos de plantas na preservação de madeiras: uma revisão narrativa. *In: Madeiras Nativas e Plantadas do Brasil: qualidade, pesquisas e atualidades*. São Paulo: Editora Científica Digital, 2021, p. 355-371.

PAES, J. B.; LIMA, C. R. D.; OLIVEIRA, E. D. *et al.* Características físico-química, energética e dimensões das fibras de três espécies florestais do semiárido brasileiro. **Floresta e Ambiente**, v. 20, 550-555, 2013.

PAIVA, Cristiane Félix de. **Estudo químico e farmacológico de plantas da caatinga: *Cenostigma Pyramidale* Gagnon & G.P.Lewis e *Libidibia Ferrea* LP Queiroz**. 2021.114 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

RIBEIRO, F.; SILVA, D. P. Utilização do cumaru como planta medicinal: revisão bibliográfica. **Scire Salutis**, v. 12, n. 1, p. 82-93, 2022.

RODRIGUES, Luciana Carla Freitas. **Plantas medicinais utilizadas no nordeste brasileiro no tratamento de afecções de vias aéreas: uma revisão de literatura**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.

SOUZA, D. D. **Adaptações de plantas da Caatinga**. São Paulo: Oficina de Textos, 2020. 96p.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C. R.; WEBER, G. E. B. Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. **Documento 316**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 16 p.

WASTOWSKI, A. D. **Química da madeira**. Rio de Janeiro: Interciência, 2018. 584 p.