

Avaliação do potencial da casca de mogno africano (*Khaya grandifoliola*) para aplicação em biorrefinaria

Luan Públio Rodrigues de Paula¹; Gabriel Tavares da Silva¹; Thríssia Renata Oliveira Moraes; Pedro Henrique Assis Domingues¹; Thaís Brito Sousa¹

¹ Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Ituiutaba/MG, Brasil -
luanpub@gmail.com

Resumo: Esse trabalho teve como objetivo determinar o teor de extrativos e cinzas de cascas de *Khaya grandifoliola* fracionadas em diferentes granulometrias visando seu potencial para biorrefinaria. Cascas de *K. grandifoliola* foram moídas e classificadas em três frações quanto ao tamanho das partículas: fração fina (<60 mesh), fração média (40-60 mesh) e fração grossa (20-40 mesh). Foram determinados o teor de cinzas e de extrativos por meio das normas TAPPI T211 om-93, TAPPI T204 om-88 e T207 om-93. A fração grossa, média e fina tiveram teores de extrativos de 21,08, 27,03 e 38,51%, respectivamente. Em média, 89,59% dos extrativos foram substâncias polares, evidenciando o potencial para obtenção de polifenóis. Em todas as suas frações, observou-se potencial na casca de mogno africano para obtenção de extrativos. Também houve um elevado teor de cinzas, que evidencia também a possibilidade de outros usos para este material, como para a fertilização do solo.

Palavras-chave: Extrativos, Cinzas, Biorrefinaria, Polifenóis.

Evaluation of the potential of African mahogany bark (*Khaya grandifoliola*) for biorefinery application

Abstract: This study aimed to determine the extractives and ash content of *Khaya grandifoliola* bark fractions of different particle sizes, focusing on their potential for biorefinery. *K. grandifoliola* bark was ground and classified into three fractions based on particle size: fine fraction (<60 mesh), medium fraction (40-60 mesh), and coarse fraction (20-40 mesh). The ash and extractives content were determined according to TAPPI T211 om-93, TAPPI T204 om-88, and T207 om-93 standards. The coarse, medium, and fine fractions had extractives contents of 21.08%, 27.03%, and 38.51%, respectively. On average, 89.59% of the extractives were polar substances, highlighting the potential for obtaining polyphenols. In all fractions, the African mahogany bark showed potential for obtaining extractives. There was also a high ash content, indicating the possibility of other uses for this material, such as soil fertilization.

Keywords: Extractives, Ashes, Biorefinery, Polyphenols.

1. INTRODUÇÃO

A casca, por muito tempo vista como como resíduo da indústria madeireira e um material descartável resultante dos processos de corte e desbaste das toras de

madeira, vem sendo considerada, com o passar dos anos, como um coproduto com potencial de utilização em diferentes indústrias, como fonte de fibras para a indústria de celulose e biomassa para gerar bioenergia (Hillig et al., 2006). No cenário atual, a casca já é vista como uma matéria-prima com diversas aplicações na indústria, promovendo práticas mais sustentáveis baseadas na eficiência e aproveitamento total de materiais (Nascimento et al., 2006).

A casca é destaque na produção de energia e biogás, uso como cobertura morta do solo, produção de solventes, de materiais de construção e enchimento de compósitos poliméricos, além da extração de compostos bioativos (Jansone et al., 2017). A extração de bioativos resulta em compostos polifenólicos, como os taninos e os ácidos fenólicos, que podem ser utilizados, por exemplo, na fabricação de cosméticos, medicamentos, adesivos para madeira e floculantes para tratamento de água, entre outros (Chen et al., 2022; Pizzi et al., 2020, Dos Anjos et al., 2022). Após a extração de bioativos, o material residual pode ser incinerado resultando em cinzas que, por sua vez, são ricas em macro e micronutrientes, possuindo, normalmente, pouca quantidade de metais pesados e alta alcalinidade, sendo uma opção sustentável para correção e adubação do solo (Solla-Gullón et al., 2006).

Para exploração da casca, é usual que se faça o seu processamento, resultando em diversas frações granulométricas. Essa gama de tamanhos de partícula possibilita diversas aplicações e, dessa forma, surge a necessidade de separar e caracterizar as diferentes frações granulométricas que são essenciais para otimizar processos de biorrefinaria, assegurando que cada fração seja utilizada com a máxima eficiência possível (Baptista et al., 2013).

Uma espécie que vem ganhando destaque no cenário nacional é *Khaya grandifoliola*, o mogno africano (Reis et al., 2019). Essa árvore é muito valorizada pela indústria madeireira, sendo caracterizada como uma madeira de qualidade superior utilizada na fabricação de produtos de alto valor agregado, principalmente na indústria moveleira (Ribeiro et al., 2017). Além disso, o mogno africano pode oferecer a possibilidade de retorno financeiro precoce com a extração de bioativos, custeando o desbaste obrigatório.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi determinar o teor de extrativos e de cinzas da casca de mogno africano (*K. grandifoliola*) fracionadas em diferentes granulometrias, visando o seu potencial para biorrefinaria.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 *Coleta do material*

Foram coletados três discos de madeira de três árvores de *Khaya grandifoliola* retirados nas posições 0, 50 e 100% da altura comercial.

As cascas foram retiradas dos discos e homogeneizadas para obtenção de uma amostra composta. O material foi obtido de um plantio comercial de 9 anos situado no município de Nova Ponte, Minas Gerais.

2.2 *Preparo do material para análises*

Após a coleta, as cascas foram secas ao ar livre por um período de duas semanas e então moídas em moinho de facas. As cascas moídas foram peneiradas por meio de peneiras sobrepostas (20, 40 e 60 mesh) e, em seguida, classificadas em três frações quanto ao tamanho das partículas: fração fina (<60 mesh), fração média (40-60 mesh) e fração grossa (20-40 mesh). Foi determinada a umidade das amostras para início da análise química, a umidade média foi de 11,5%.

2.3 *Composição química sumativa das cascas*

2.3.1 Determinação do teor de cinzas

O teor de cinzas foi determinado de acordo com a norma TAPPI T211 om-93, através da incineração 2,0 g de casca de amostra a 525 °C durante 4h em um forno do tipo mufla e os resíduos quantificados por diferença de massa do resíduo e massa inicial (Equação 1).

Equação 1. Formula para calcular o teor de cinzas

$$\text{teor de cinzas} = \frac{\text{massa após incineração} \times 100}{\text{massa antes da incineração}}$$

2.3.2 Determinação do teor de extrativos

A determinação do rendimento em extrativos foi seguida de acordo as normas TAPPI T204 om-88 e T207 om-93, em que são realizadas extrações sucessivas em extrator do tipo Soxhlet, sendo utilizados 2 g de amostra em diclorometano (solvente para substancias polares), etanol e água (solventes para substancias apolares). O rendimento em extrativos em cada solvente utilizado foi determinado com base na massa do resíduo (massa após a extração) e massa inicial da casca (Equação 2). O

rendimento em extrativos totais consiste na somatória do rendimento para cada solvente utilizado.

Equação 2. Formula para calcular o teor de extrativos

$$\text{teor de extrativos} = \frac{\text{massa seca após extração} \times 100}{\text{massa antes da extração}}$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado elevado teor de extrativos em todas as frações avaliadas das cascas de *K. grandifoliola*, variando entre 21,08 e 38,51% (Tabela 1). Quando comparado com outras espécies de ampla aplicação na indústria madeireira, os teores de extrativos do mogno se destacam em relação aos observados para os híbridos de eucaliptos cultivados no estado de Minas Gerais, que tiveram valores citados na literatura variando entre 14,3 a 17,6% (Sartori et al., 2016).

Tabela 1. Teor de extrativos na casca de *Khaya grandifoliola*

Extrativos	Fração (%)			Média
	Grossa (20-40 mesh)	Média (40-60 mesh)	Fina (<60 mesh)	
Diclorometano	1,86	2,67	4,83	3,12
Etanol	1,99	4,27	10,37	5,54
Água	17,23	20,1	23,31	20,21
Total	21,08	27,03	38,51	28,8

Umidade inicial de 11,75%, 11,74% e 11,02% para as frações grossa, média e fina respectivamente.

A extração de compostos polares foi maior em todas as frações de casca, com um percentual médio de 89,59% de extrativos polares em relação aos extrativos apolares. Estes compostos têm relevância devido ao seu conteúdo fenólico, com propriedades antioxidantes, antimicrobianas e anti-inflamatórias (Vázquez et al., 2012; Bahiense et al., 2017; Souza et al., 2021; Häsler Gunnarsdottir et al., 2023).

A fração fina da casca (<60 mesh) teve a maior porcentagem de extrativos (38,51%) em relação às demais frações e a fração grossa, o menor teor (21,08%). A mesma tendência foi observada por Baptista et al., (2013) em um cultivo de Teca (*Tectona grandis*), a fração grossa da casca apresentou uma menor porcentagem de extrativos (10,4%) e a fração fina maiores quantidades de extrativos (14,5%). Embora

o percentual encontrado por Baptista et al., (2013) seja menor que o encontrado neste estudo, evidencia-se o decréscimo dos extrativos conforme as partículas aumentam de tamanho. Isso pode ser justificado pois há a redução da área de contato conforme as partículas aumentam de tamanho. Entretanto, Neiva et al., (2018) observaram o oposto em espécies de *Eucalyptus globulus*, em que o percentual de extrativos na fração maior que 2 mesh foi 9,83% e nas frações entre 40-60 mesh, 8,92%.

O angico-branco (*Anadenanthera colubrina*) e o angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*), espécies nativas do cerrado, quando submetidas ao processo de extração, obtiveram uma porcentagem de 29,3 e 28,8 respectivamente (MOTA et al., 2017). Outra espécie nativa da Amazônia, *Myrcia eximia*, quando submetida ao mesmo processo apresentou 45,7% de extrativos (ARAUJO et al., 2020). Quando comparamos *K. grandifoliola* com ambas as espécies nativas, o percentual de extrativos obtido na fração fina da casca (38,51%) é maior que o observado em literatura para as espécies de angico e próximo ao valor observado para *M. eximia*.

É imprescindível evidenciar que as espécies nativas citadas acima têm taxas elevadas de extrativos em sua casca, enquanto o mogno africano estudado possuía apenas 9 anos. Sabe-se que há uma tendência de maior produção de extrativos com o decorrer do tempo de vida da árvore, assim espera-se que árvores nativas apresentem um elevado teor de extrativos em relação a espécies plantadas com idade reduzida, sendo assim, isso demonstra grande aptidão para exploração de bioativos do mogno africano.

O teor de cinzas foi de 9,44, 5,97 e 4,36% nas frações fina, média e grossa respectivamente. Araujo et al., (2020) encontrou, na espécie nativa *M. eximia*, um teor de cinzas de 1,7% enquanto Sousa et al., (2020) encontrou 9,24% em *Myracrodruon urundeuva*, outra espécie também nativa. Comparando com espécies exploradas comercialmente, Miranda et al., (2013), encontrou uma taxa de 12,1% em *E. globulus*. Os elevados teores percentuais das cinzas no mogno africano são justificáveis pois o plantio em que foi coletada as amostras recebe adubações anuais maiores que as de costume.

Embora a fração fina da casca tenha tido a melhor performance durante a extração de bioativos, a fração grossa da casca também possui quantidades elevadas de extrativos (acima de 20%) e há possibilidade de realizar mais moagens com a finalidade de reduzir a granulometria das partículas. Sendo essa, uma opção para

aproveitar em sua totalidade a casca e seus extrativos. Reduzir a granulometria, neste caso, é vantajoso pois na fração fina da casca também houve um acréscimo da quantidade de cinzas que podem ser utilizadas posteriormente na fertilização do solo, por exemplo.

Cascas de *K. grandifoliola* mesmo que provenientes de desbaste aos 9 anos de idade se mostraram com grande potencial para integrar plataformas de biorrefinaria tanto para obtenção de bioativos como para obtenção de componentes das cinzas que podem ser utilizados para ciclagem de nutrientes em florestas ou mesmo na produção de tijolos sustentáveis.

4. CONCLUSÃO

A composição química das cascas de mogno africano variou em função das diferentes frações granulométricas analisadas. A fração fina (< 60 mesh) obteve a maior porcentagem de extrativos, sendo estes em maioria, substâncias polares. Foi na fração fina que se deu também a maior porcentagem de cinzas que podem ser exploradas para ciclagem de nutrientes. A alta quantidade de extrativos polares em todas as frações abre caminhos para a exploração do material em biorrefinarias, onde há a possibilidade de compostos para múltiplas aplicações, como antioxidantes, anti-inflamatórios e antimicrobianos.

5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. DA S. et al. Quantification of the bark *Myrcia eximia* DC tannins from the Amazon rainforest and its application in the formulation of natural adhesives for wood. *Journal of Cleaner Production*, v. 280, 20 jan. 2020.

BAHIENSE, J. B. et al. Potential anti-inflammatory, antioxidant and antimicrobial activities of *Sambucus australis*. *Pharmaceutical Biology*, v. 55, n. 1, p. 991–997, 2017.

BAPTISTA, I. et al. Characterisation and fractioning of *Tectona grandis* bark in view of its valorisation as a biorefinery raw-material. *Industrial Crops and Products*, v. 50, p. 166–175, out. 2013.

CHEN, G. et al. Analysis of Components and Properties of Extractives from *Alnus cremastogyne* Pods from Different Provenances. *Molecules*, v. 27, n. 22, 1 nov. 2022.

DOS ANJOS, B. F. et al. Tannins from cashew tree (*Anacardium occidentale*) bark as a flocculant for water clarification. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 17, n. 3, p. 1–12, 2022.

HÄSLER GUNNARSDOTTIR, S. et al. Antioxidative and Antimicrobial Evaluation of Bark Extracts from Common European Trees in Light of Dermal Applications. *AntibioticsMDPI*, 1 jan. 2023.

HILLIG, E. et al. **Resíduos de madeira da indústria madeireira - caracterização e aproveitamento.** XXVI ENEGEP. **Anais...**Fortaleza: 2006.

JANSONE, Z.; MUIZNIECE, I.; BLUMBERGA, D. Analysis of wood bark use opportunities. *Energy Procedia*, v. 128, p. 268–274, 1 set. 2017.

MIRANDA, I. et al. Fractioning and chemical characterization of barks of *Betula pendula* and *Eucalyptus globulus*. *Industrial Crops and Products*, v. 41, n. 1, p. 299–305, jan. 2013.

MOTA, G. S. et al. Bark anatomy, chemical composition and ethanol-water extract composition of *Anadenanthera peregrina* and *Anadenanthera colubrina*. *PLoS ONE*, v. 12, n. 12, 1 dez. 2017.

NASCIMENTO, S. M.; DUTRA, R. I. J. P.; NUMAZAWA, S. Resíduos de indústria madeireira: caracterização, consequências sobre o meio ambiente e opções de uso. *HOLOS Environment*, v. 6, n. 1, p. 8–20, 2006.

NEIVA, D. M. et al. Potential of *Eucalyptus globulus* industrial bark as a biorefinery feedstock: Chemical and fuel characterization. *Industrial Crops and Products*, v. 123, p. 262–270, 1 nov. 2018.

PIZZI, A.; PAPAPOPOULOS, A. N.; POLICARDI, F. Wood composites and their polymer binders. *Polymers*, v. 12, n. 5, p. 1–26, 1 maio 2020.

REIS, C. A. F.; BATISTA DE OLIVEIRA, E.; SANTOS, A. M. Mogno-africano (*Khaya* spp.): atualidades e perspectivas do cultivo no Brasil. 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2019.

RIBEIRO, A.; FILHO, A. C. F.; SCOLFORO, J. R. S. African Mahogany (*Khaya* spp.) cultivation and the increase of the activity in Brazil. *Floresta e Ambiente*, v. 24, p. 504–508, 2017.

SARTORI, C. et al. Chemical characterization of the bark of *Eucalyptus urophylla* hybrids in view of their valorization in biorefineries. *Holzforschung*, v. 70, n. 9, p. 819–828, 1 set. 2016.

SOLLA-GULLÓN, F. et al. Nutritional status and growth of a young *Pseudotsuga menziesii* plantation in a temperate region after application of wood-bark ash. *Forest Ecology and Management*, v. 237, n. 1–3, p. 312–321, 15 dez. 2006.

SOUSA, T. B. et al. Chemical and structural characterization of *Myracrodruon urundeuva* barks aiming at their potential use and elaboration of a sustainable management plan. *Biomass Conversion and Biorefinery*, v. 12, n. 5, p. 1583–1593, 1 maio 2020.

VÁZQUEZ, G. et al. Extraction of antioxidants from eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) bark. *Wood Science and Technology*, v. 46, n. 1–3, p. 443–457, jan. 2012.