

EFEITO DO PENEIRAMENTO DA SERRAGEM DE EUCALIPTO NA
QUANTIFICAÇÃO DOS EXTRATIVOS¹

Bárbara Fernandes Silva², Dalton Longue Júnior³, Laura da Silva Rocha⁴.

RESUMO

Os extrativos da madeira de eucalipto são essenciais para o crescimento das árvores no campo em ritmo acelerado, mas influenciam diretamente a eficiência dos processos industriais (consumo de reagentes) e a qualidade do produto (celulose e papel), pela formação de depósitos denominados *pitch*. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do peneiramento da serragem (massa de serragem, tempo e nível de vibração da peneira) no teor de extrativos da madeira de eucalipto. Para isso, amostras de serragem de eucalipto foram peneiradas em diferentes combinações de massas (5 g a 60 g), frequências (5 e 10 Hz) e tempos (5 e 10 minutos), sendo a fração retida em peneira de 60 mesh utilizada para a extração em Soxhlet com acetona. A quantificação dos extrativos foi realizada pelos métodos do balão e da serragem, e os dados submetidos a análise estatística. Os resultados mostraram que a condição de 10 minutos/10 Hz foi a mais indicada para melhor padronização do peneiramento, independente da massa a ser peneirada. O método da serragem apresentou valores entre 1,0% a 1,7%, similar aos valores apresentados no método do balão (1,5% e 1,7%). Conclui-se que a padronização do peneiramento é fundamental para garantir resultados mais confiáveis em análises laboratoriais e no controle de qualidade industrial.

PALAVRAS-CHAVE: Celulose, Extrativos, Padronização, Qualidade, Serragem.

EFFECT OF SIEVEMENT OF EUCALYPTUS SAWDUST ON THE QUANTIFICATION
OF EXTRACTIVES

ABSTRACT

Eucalyptus wood extractives are essential for rapid tree growth in the field, but they directly influence the efficiency of industrial processes (reagent consumption) and product quality (pulp and paper) through the formation of deposits known as pitch. This study aimed to evaluate the effect of sawdust sieving (sawdust mass, time and sieve vibration level) on the extractive content of eucalyptus wood. For that, eucalyptus sawdust samples were sieved at different combinations of masses (5 g to 60 g), frequencies (5 and 10 Hz), and times (5 and 10 minutes). The fraction retained on a 60-mesh sieve was used for Soxhlet extraction with acetone. Extractives were quantified using the flask and sawdust methods, and the data were subjected to statistical analysis. The results showed that the 10-min/10 Hz condition was the most suitable for better sieving standardization, regardless of the mass to be sieved. The sawdust method presented values between 1.0% and 1.7%, similar to the values presented in the flask

¹ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia;

² Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA (fernandesbafs@gmail.com);

³ Professor Titular, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Vitória da Conquista, BA (dalton@uesb.edu.br);

⁴ Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA (lauraengflorestal@gmail.com).

method (1.5% and 1.7%). It is concluded that standardizing sieving is essential to ensure more reliable results in laboratory analyses and industrial quality control.

KEYWORDS: Cellulose, Extractives, Quality, Sawdust, Standardization.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos líderes globais em produtividade florestal, com destaque para os cultivos de eucalipto que apresentam média de 32,7 m³/ha.ano. Essa espécie é a mais cultivada no país, ocupando cerca de 7,8 milhões de hectares, correspondendo a 76% da área total de cultivos florestais (Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ, 2024).

A madeira é o principal produto de um cultivo florestal, formada por componentes estruturais — celulose, hemiceluloses e lignina — e por substâncias não estruturais, chamadas extrativos (SJÖSTRÖM; ALÉN, 1998; GULLICHSEN; PAULAPURO, 2000), que podem ser removidos com água, solventes orgânicos neutros ou destilação a vapor (KLOCK et al., 2005).

Na indústria de polpa celulósica e papel, os extrativos são indesejáveis pois reduzem o rendimento da polpação, aumentam o consumo de reagentes químicos, comprometem a qualidade da polpa branqueada e geram depósitos indesejados nos equipamentos, conhecidos como *pitch* (PHILIPP; D'ALMEIDA, 1988). Assim, a quantidade de extrativos na madeira é considerada um parâmetro essencial na seleção da matéria-prima (SPERANZA et al. 2002).

A determinação do teor de extrativos, segundo a norma TAPPI T 204 cm-17, é feita por extração com solventes usando 2 g de serragem, 150 mL de solvente e “peneirada” (40-60 mesh). Contudo, a norma não define as condições do peneiramento, como a massa, o tempo ou o nível vibração no peneiramento, e variações no preparo da amostra podem comprometer a precisão dos resultados (SANTOS, 2009), evidenciando a necessidade de estudos para a padronização dos métodos analíticos.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi padronizar o peneiramento da serragem de eucalipto (massa de serragem, tempo e nível de vibração da peneira) para obter resultados mais homogêneos e confiáveis do teor de extrativos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo e amostragem da madeira

O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais (Woodtech) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), localizado no campus de Vitória da Conquista, Bahia. Foram utilizados cavacos industriais de madeira do eucalipto, oriundos de cultivos florestais localizados na região do Extremo Sul da Bahia.

Padronização das condições do peneiramento

Cavacos industriais de madeira de eucalipto foram triturados em moinho de facas tipo Willey, obtendo-se quantidade suficiente de serragem para todo o experimento. Para o experimento, foram utilizadas diferentes massas de serragem no peneiramento, (5 g, 10 g, 15 g, 20 g, 25 g, 30 g, 40 g e 60 g).

O conjunto de peneiras 40/60 mesh contendo as respectivas massas de serragem foi levado a um agitador de peneiras modelo AGMAGB, e controlados os parâmetros: nível de vibração (5 e 10 Hz) e tempo de peneiramento (5 e 10 minutos). Para as análises do teor de extrativos foi selecionada apenas a fração que passou pela peneira de 40 mesh e retida na peneira de 60 mesh, conforme a norma TAPPI T 204 cm-17 (2017).

Análises de extrativos da madeira

Foram pesados 2,0000 g de serragem, oriundas das diferentes condições de peneiramento. Em seguida, foram submetidas à extração com acetona (150 mL), em aparelho tipo Soxhlet, por 5 horas, conforme a norma TAPPI T 204 cm-17 (2017) adaptada. A quantificação dos extrativos foi feita por diferença de massa: balão (após 2 hora em estufa) e sachê com serragem (após 12 horas na estufa). As extrações foram realizadas em duplicata.

Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste Tukey, com nível de 95% de probabilidade, por meio do teste de médias, utilizando o software PAST, versão 4.02.

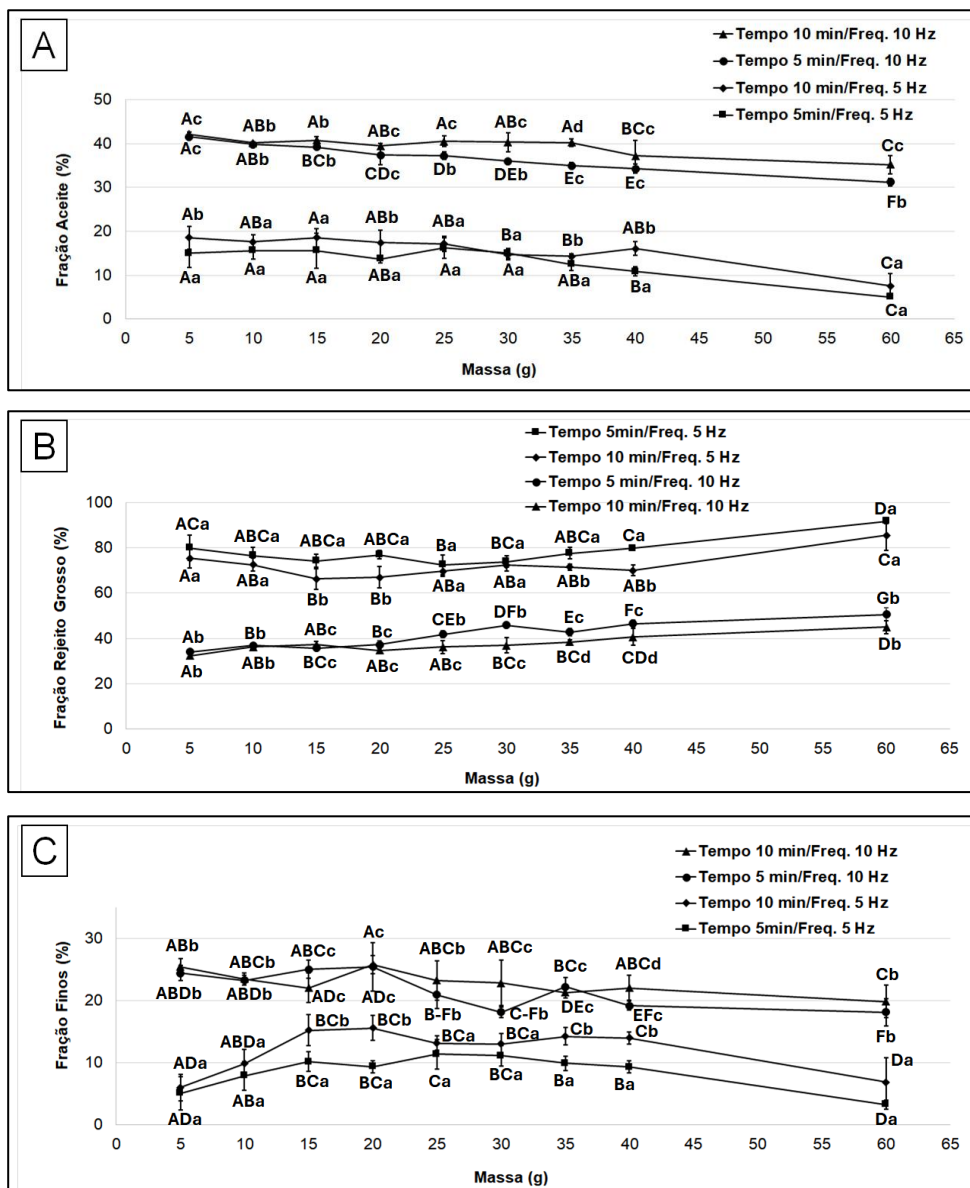
RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições do peneiramento influenciaram significativamente as frações granulométricas da serragem de eucalipto. O aumento da massa inicial de serragem, na peneira de 40 mesh, reduziu a fração aceite (fração retida em 60 mesh) devido à sobrecarga e conseqüente entupimento dos poros da peneira. Por outro lado, o aumento do tempo de peneiramento e do nível de vibração contribuíram para uma menor redução da fração aceite, mesmo com maiores quantidades iniciais de serragem.

A condição de 10 minutos e 10 Hz foi a que gerou maior quantidade de fração aceite, sem diferença significativa até uma massa inicial de 35 g. A redução do tempo de peneiramento para 5 minutos, mantendo a frequência 10 Hz apresentou resultados próximos ao tratamento 10 min/10 Hz igualdade na fração aceite apenas até 10 g de massa inicial (Figura 1A).

A fração de rejeito grosso (fração retida em 40 mesh) aumentou com o incremento da massa inicial, indicando dificuldade de peneiramento (Figura 1B), sendo o nível de vibração da peneira 10Hz mais significativo do que o tempo de peneiramento.

A fração rejeito fino também se mostrou fortemente influenciada pelo nível de vibração das peneiras, e em menor escala pelo tempo de peneiramento (Figura 1C).



Letras maiúsculas idênticas significam igualdade estatística das médias entre as diferentes massas.

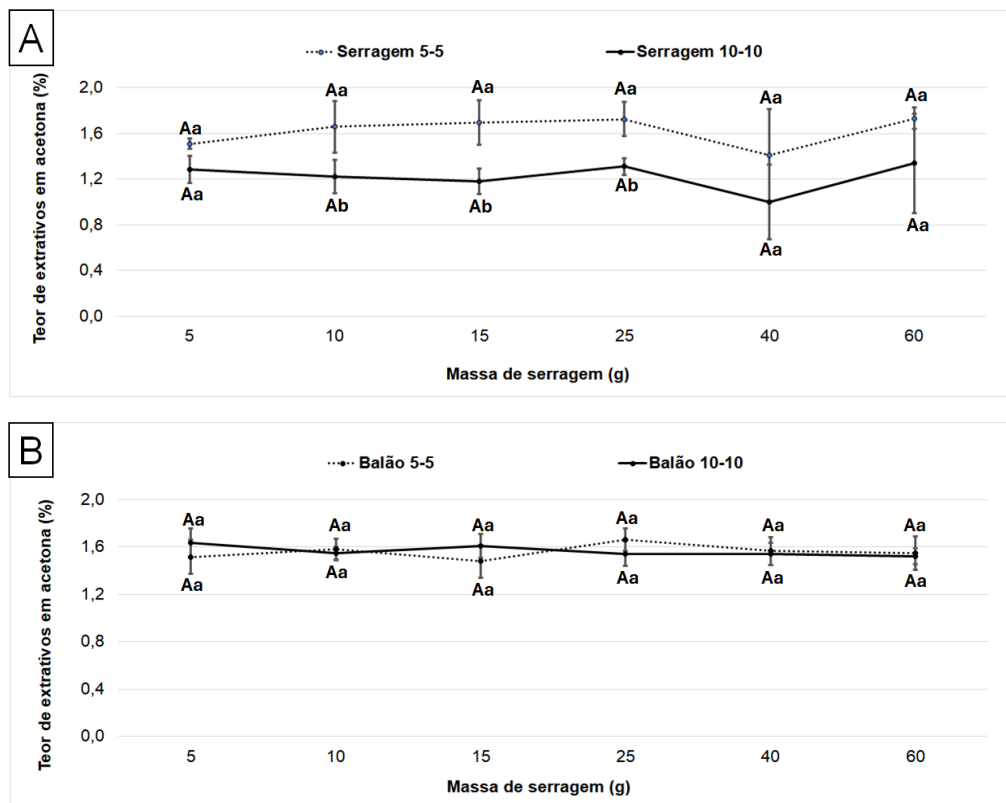
Letras minúsculas idênticas significam igualdade estatística das médias entre diferentes tempos e frequências de peneiramento (Teste Tukey a 95% de probabilidade).

FIGURA 1. Distribuição das frações granulométricas da serragem de madeira de eucalipto sob diferentes condições de peneiramento.

Todas as frações aceites utilizando diferentes massas iniciais no peneiramento apresentaram teor de extrativos similares estatisticamente, para ambos os métodos.

Na comparação dos métodos de determinação dos extrativos, o método da serragem apresentou diferenças estatísticas a partir de 10 g de massa inicial, enquanto não houve diferença significativa para o método do balão. O método da serragem apresentou valores entre 1,0% a 1,7% (Figura 2A), similar aos valores apresentados no

método do balão (1,5% e 1,7%), valores estes considerados mais homogêneos (Figura 2B).



Letras maiúsculas idênticas significam igualdade estatística das médias entre as diferentes massas.

Letras minúsculas idênticas significam igualdade estatística das médias entre diferentes tempos e frequências de peneiramento (Teste Tukey a 95% de probabilidade).

FIGURA 2. Teor de extrativos da madeira de eucalipto em acetona sob diferentes condições de peneiramento e nos métodos de pesagem (A: serragem e B: balão).

CONCLUSÕES

A massa de serragem, o tempo e o nível de vibração no peneiramento influenciaram significativamente a distribuição granulométrica da serragem.

O teor de extrativos utilizando diferentes massas de serragem se comportou de forma mais homogênea no método do balão.

Assim, a padronização do peneiramento é fundamental para garantir resultados mais confiáveis em análises laboratoriais e no controle de qualidade industrial.

A condição 10 Hz-10 min foi a mais indicada para melhor padronização do peneiramento, independente da massa a ser peneirada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GULLICHSEN, J.; PAULAPURO, H.; **Forest products chemistry**. OyHelsinki: Fapet Oy, 2000, Book 3, 350 p.
2. IBÁ – Indústria Brasileira de Produtores de Árvores. **Relatório IBÁ 2024 ano base 2023**. Brasília: 2024. 46 p.
3. KLOCK, Umberto et al. **Química da madeira**. Fupef, Curitiba, 2005.
4. PHILIPP, P.; D'ALMEIDA, M. L.O. **Celulose e papel: tecnologia de fabricação da pasta celulósica**. 2. ed. São Paulo: IPT, 1988. 964 p.
5. SANTOS, C. A. **“Influência da preparação da amostra nos resultados da análise da composição química da madeira.”** 2009. pp. 62. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. (2009).
6. SILVESTRE, A. J. D. et al. Chemical composition of pitch deposits from an ECF Eucalyptus globulus bleached kraft pulp mill: its relationship with wood extractives and additives in process streams. **Appita Journal**, v. 52, n. 5, p. 375-381, 1999.
7. SJÖSTRÖM, E., ALÉN, R. **Analytical Methods in wood chemistry, pulping, and papermaking**. Springer. Germany, 1998. 316p.
8. SPERANZA, M. et al. Eucalypt wood and pulp localization of sterols involved in pitch deposition using Filipin fluorescent staining. **Journal of Pulp and Paper Science**, v. 28, n. 9, p. 292-297, 2002.
9. TAPPI. Tappi 204 cm-17: **Soluble and insoluble substances in wood and pulp**. Atlanta: Technical Association of the Pulp and Paper Industry, 2017.