

TEOR DE EXTRATIVOS DA MADEIRA DE EUCALIPTO UTILIZANDO DIFERENTES METODOLOGIAS

Natália Santos Pereira¹; Dalton Longue Júnior²; Natielly Cristine Gomes de Medeiros³; Rafaella Dias Ramos⁴; Camila Cristina Simão da Silva⁵.

¹Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA (naty081994@gmail.com); ² Engenheiro Florestal (DSc), Professor Titular, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Vitória da Conquista, BA (dalton@uesb.edu.br); ³Mestre em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA (natiellymedeiros7@gmail.com); ⁴ Engenheira Florestal, Mestranda em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA (ra.fadias@hotmail.com); ⁵Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA (camilacristinasimao@gmail.com).

RESUMO

Os extrativos são compostos químicos que podem afetar significativamente as características dos produtos fabricados a partir da madeira, por isso a sua determinação de forma precisa é essencial para otimizar os processos industriais e garantir a excelência desses produtos. O objetivo principal deste trabalho foi comparar duas alterações metodológicas para determinação do teor de extrativos de madeira de eucalipto: 1) método de medição do resíduo por pesagem do balão, conforme norma Tappi 204 cm-17; e por pesagem da serragem; 2) utilização de diferentes quantidades de amostra de serragem 2 g (conforme norma Tappi 204 cm-17) / 1 e 3 g (conforme norma Tappi 204 cm-17 adaptada). Foram utilizadas serragem de *Eucalyptus*, e as amostras foram submetidas à extração com o solvente acetona, utilizando as quantidades de 1,0000 g, 2,0000 g e 3,0000 g em aparelho Soxhlet seguindo a norma Tappi 204 cm-17 (2017) adaptada. As análises estatísticas do experimento foram realizadas utilizando o software PAST. O método serragem se diferenciou do método balão, especialmente quando utilizados 3 g de serragem, onde foi observada diferença significativa e menores variações entre as repetições. Para o procedimento contendo 1 g de amostra, este apresentou a menor média de teor de extrativos, além de exibirem as maiores variações nos resultados entre os métodos. Assim, os métodos de medição com balão e serragem demonstraram eficácia na determinação dos extrativos da madeira de eucalipto, especialmente ao se utilizar 2 g de serragem.

Palavras-chave: Qualidade; Acetona; Polpa celulósica.

INTRODUÇÃO

A madeira de eucalipto é constituída por diferentes estruturas que impulsionam o crescimento da planta, além de conter uma variedade de compostos químicos, tanto na parede celular quanto em sua matriz extracelular, conferindo uma ampla gama de características distintas.

Mesmo com toda essa variação, a madeira de eucalipto é amplamente utilizada na indústria devido à sua adequada densidade e excelente qualidade da fibra. No entanto, a variabilidade na quantidade de extrativos pode influenciar a eficiência dos processos industriais, como a polpação, o branqueamento e a produção de carvão vegetal (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Entre os diversos compostos químicos da madeira, os extrativos podem ser removidos da madeira utilizando solventes específicos, e sua quantidade pode afetar significativamente as propriedades finais dos produtos (SANTOS *et al.*, 2018).

Dessa forma, a determinação precisa do teor de extrativos é essencial para otimizar os processos industriais e garantir uma melhor qualidade dos produtos finais. Por isso, os métodos de análise podem variar devido a escolha do solvente ou pela quantidade de amostra utilizada (FERREIRA *et al.*, 2020). Estudos anteriores indicaram que a quantidade de amostra pode influenciar significativamente a precisão das análises, uma vez que amostras menores podem não representar adequadamente a heterogeneidade da madeira (SILVA *et al.*, 2021).

Portanto, é fundamental, no setor industrial, ampliar o conhecimento e o debate sobre os teores de extrativos da madeira e seus compostos, uma vez que influenciam diretamente na produtividade final.

Tendo em vista o que foi apresentado, o objetivo deste trabalho foi comparar duas alterações metodológicas para determinação do teor de extrativos de madeira de eucalipto: 1) método de medição do resíduo por pesagem do balão (conforme norma Tappi 204 cm-17) e por pesagem da serragem; 2) utilização de diferentes quantidades de amostra de serragem, 2 g (conforme norma Tappi 204 cm-17) / 1 e 3 g (conforme norma Tappi 204 cm-17 adaptada).

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de coleta e estudo das amostras

Foram utilizados cavacos industriais do gênero *Eucalyptus* representativos dos plantios florestais de uma empresa localizada na região Extremo Sul da Bahia e cultivados para fins industriais. O clima da região é caracterizado como tropical quente e úmido (Af) conforme a classificação de Köppen (ALVARES *et al.*, 2013). Possui temperaturas médias mensais de aproximadamente 18 °C, com precipitações médias anuais variando entre 1.400 à 1.800 mm e com ocorrência de chuvas principalmente no período de outono e inverno, sendo maior a precipitação quanto mais próximo do litoral (DANTAS *et al.*, 2002).

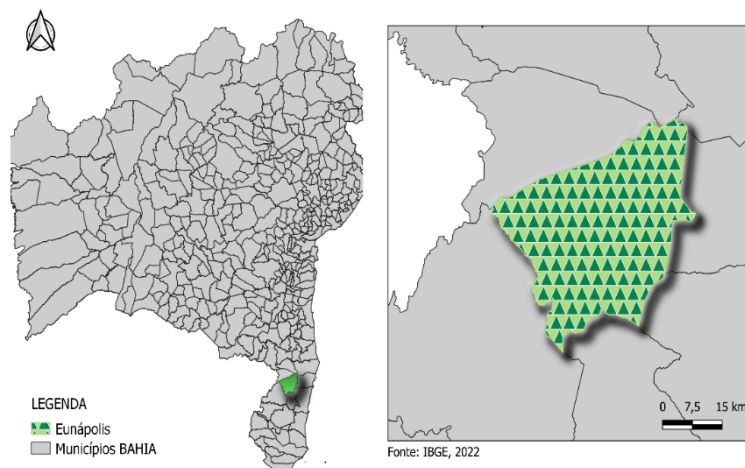


Figura 1 – Área de coleta dos cavacos de eucalipto (Fonte: IBGE, 2022).

Os cavacos de madeira já classificados foram recebidos no Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais da UESB, misturados e quarteados. Por fim, foram classificados manualmente para remoção de cavacos defeituosos, cascas, nós e cunhas, para que fossem o mais uniforme e homogêneo possível. Os cavacos foram armazenados numa bancada com circulação de vento para secagem e aclimação. A partir dos cavacos, a madeira foi transformada em serragem utilizando

um moinho do tipo Willey. A serragem produzida foi classificada em peneiras de 40-60 mesh, usando apenas a serragem que passou pela peneira de 40 mesh e ficou retida na peneira de 60 mesh, conforme norma Tappi T 257 cm-02 (2012).

Posteriormente as amostras de serragem foram pesadas em balança analítica num total de 1,0000 g, 2,0000 g (referência) e 3,0000 g. Em seguida, as amostras de madeira foram submetidas à extração com o solvente acetona, utilizando volume de 150 mL, em aparelho tipo Soxhlet, por cinco horas, segundo a norma Tappi 204 cm-17 (2017) adaptada. Todas as extrações foram realizadas em triplicatas.

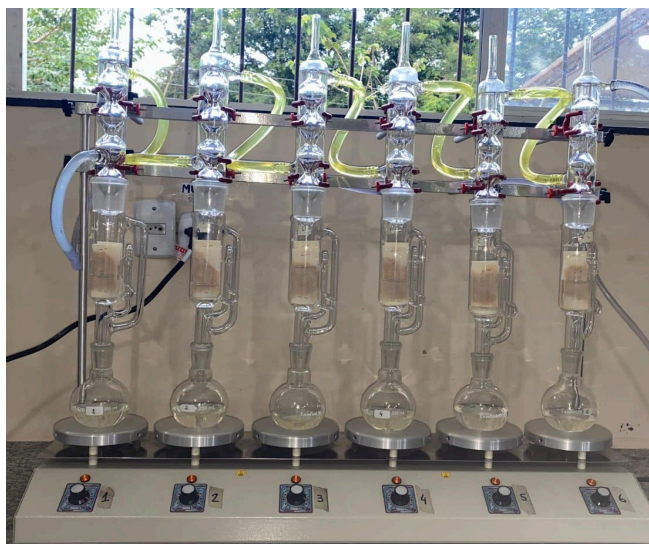


Figura 2 – Aparelho Soxhlet para extração dos extrativos da madeira. (Fonte: Autor, 2024).

A quantificação dos extrativos foi realizada por duas metodologias: 1) pesagem do resíduo (extrativos) contido no balão, conforme norma Tappi 204 cm-17 (referência); e 2) pesagem da serragem seca antes e após a extração (adaptação).

Análise estatística

As análises estatísticas dos dados foram realizadas utilizando-se o software PAST (Versão 4.02). Para verificar a normalidade e homogeneidade dos dados foram utilizados os testes estatísticos de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente.

Os dados foram avaliados de acordo com um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), organizado segundo um fatorial 2 x 3 (dois métodos e três quantidades de amostra). Foi realizada uma análise de variância com 95% de probabilidade, e em caso da existência de diferenças significativas, o Teste de Tukey a 95% de probabilidade foi utilizado para verificar as diferenças entre todas as possíveis combinações.

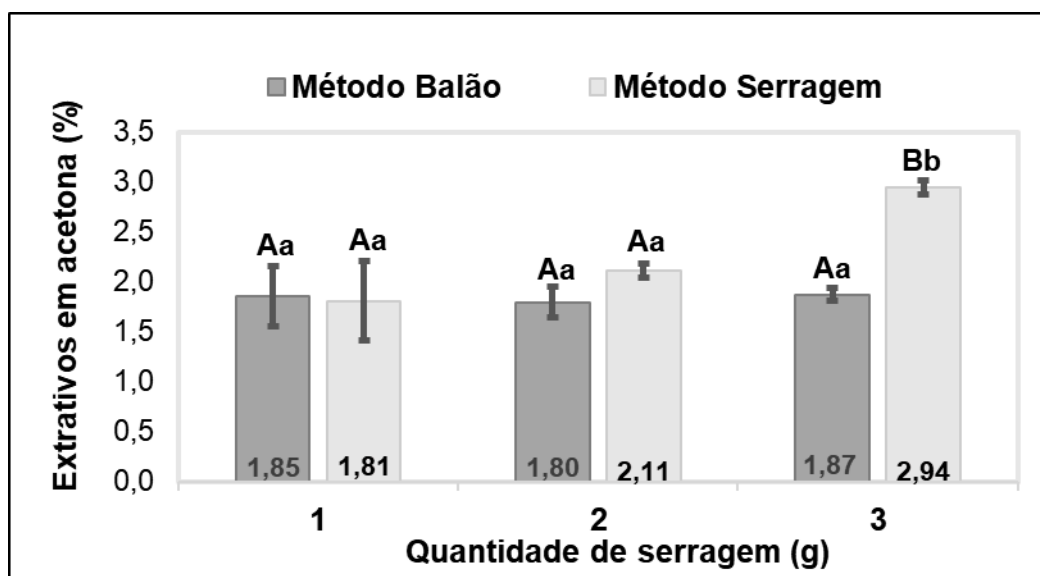
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados originais não seguiram a distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk, e por isso foram transformados utilizando a transformação Box-Cox. Com base nos dados transformados, estes seguiram a distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk e as variâncias foram consideradas homogêneas pelo teste de Levene.

O teor de extrativos da madeira de eucalipto não apresentou diferença significativa para as diferentes massas de serragem utilizando o método do balão, enquanto no método da serragem, o teor de extrativos aumentou devido ao aumento na massa de material, principalmente para o tratamento com 3 g de amostra.

Nas comparações entre os dois métodos, foi verificada diferença estatística significativa apenas no tratamento que usou (3 g), bem como foi o tratamento com as menores variações entre as repetições. Sob outra perspectiva, as menores médias de teor de extrativos e as maiores variações nos resultados entre os métodos ocorreram com as amostras utilizando 1 g (Figura 3).

Figura 3 - Teor de extrativos da madeira utilizando acetona como solvente, diferentes quantidades de serragem e dois métodos de medição (balão e serragem).



Letras minúsculas idênticas significam igualdade estatística entre os métodos balão e serragem, dentro de cada grupo de quantidade de amostra. Letras maiúsculas idênticas significam igualdade estatística entre as diferentes quantidades de serragem utilizadas em cada método.

Analisando os dados dos tratamentos de acordo com o estabelecido na norma Tappi T 204 cm-17, que estipula uma variação máxima de 6,5% entre repetições, percebe-se que os tratamentos contendo 1 g de serragem devem ser evitados por terem apresentado valores de 16,3% (método balão – 1g) e de 21,8% (método serragem – 1 g). Por outra perspectiva, os tratamentos com 2 g apresentaram variação de 8,3% (balão) e 3,5 (serragem), e os tratamentos de 3 g uma variação de 3,2% (balão) e 2,3% (serragem), tendo o método da serragem apresentado as menores variações entre as repetições da análise.

Esses resultados indicam que, independentemente do método de medição empregado, as extrações para a determinação de extrativos com acetona como solvente devem ser preferencialmente realizadas com 2 g de serragem.

Apesar dos resultados alcançados, é necessário realizar mais estudos para obter dados adicionais e aumentar a precisão nas análises de extrativos da madeira de Eucalipto.

CONCLUSÃO

Os métodos de medição com balão e serragem mostraram-se altamente eficazes na determinação do teor de extrativos ao se utilizar 2 g de serragem, garantindo maior precisão nos resultados. O método da serragem, em especial, sobressaiu por proporcionar maior consistência.

O uso de menor quantidade de serragem (1 g) resultou em maior variação nos resultados (não atendimento ao estabelecido em norma) e economia de reagentes. Por outro lado, a utilização de uma amostra maior (3 g) levou a diferenciação dos resultados dentre os métodos e menor variação dos resultados (atendimento a norma) e maior consumo de reagentes.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) pelo suporte técnico, a Veracel Celulose pela doação do material e apoio técnico, e a Fundação de Amparo à pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A *et al.* Koppen climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, 2014. Disponível em: http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf.

DANTAS, M. E. *et al.* Geomorfologia da costa do descobrimento – Extremo Sul da Bahia: Municípios de Porto Seguro e Santa Cruz de Cabrália. **RiGeo** 2002. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/530>.

FERREIRA, M. J. *et al.* Métodos de análise de extrativos em madeira: Uma revisão. **Revista de Tecnologia da Madeira**, 30(3), 223-234, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE 2022). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/eunapolis.html>.

OLIVEIRA, R. S. *et al.* Influência dos extrativos na qualidade da madeira de eucalipto para produção de carvão vegetal. **Journal of Wood Science**, 65(1), 1-11, 2019.

SANTOS, A. P. *et al.* Avaliação dos compostos extrativos na madeira de *Eucalyptus globulus*. **Revista de Ciências Florestais**, 48(2), 123-134, 2018.

SILVA, L. F. *et al.* Impacto da quantidade de amostra na análise de extrativos de madeira. **Journal of Analytical Methods in Chemistry**, 1-8, 2021.

Technical Association of the Pulp and Paper Industry - TAPPI. Normas técnicas. Norma TAPPI T 257 cm-02. **Sampling and preparing wood for analysis**, 2012.

Technical Association of the Pulp and Paper Industry - TAPPI. Normas técnicas. Norma TAPPI T 204 cm-17. **Solvent Extractives of Wood and Pulp**, 2017.