QUALIFICAÇÃO DOS EXTRATIVOS DA MADEIRA DE *Eucalyptus* e *Corymbia* EXTRAÍDOS EM ETANOL:TOLUENO

Laura da Silva Rocha[1]; Dalton Longue Júnior[2]; Bruno Oliveira Moreira[3]; José Pedro Brito Santos[4]; Victor Vinícius Sousa Martinelli Sales[5]; Matildes Santos Borges[6]

[1] Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: lauraengflorestal@gmail.com
[2] Engenheiro Florestal, Professor Titular do Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: dalton@uesb.edu.br
[3] Químico, Professor Associado da Universidade Federal da Bahia, *Campus* Anísio Teixeira, Vitória da Conquista, BA. E-mail: bomoreira@gmail.com
[4] Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: jps.santos132@gmail.com
[5] Engenheiro Florestal, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: victorengflorestal@gmail.com
[6] Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: 202310293@uesb.edu.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi qualificar os extrativos da madeira de *Eucalyptus* e *Corymbia* utilizando etanol:tolueno. Serragens das madeiras foram submetidas à extração com etanol:tolueno e etanol:tolueno + água, conforme a norma TAPPI T 204 cm-17. Os extratos foram analisados por cromatografia gasosa acoplada a espectroscopia de massas (CG-EM), sendo os compostos identificados e classificados em grupos hidrofílicos e lipofílicos. Utilizando etanol:tolueno / etanol:tolueno + água, em *Eucalyptus* foram identificados 15 / 20 compostos, enquanto em *Corymbia* apenas 7 / 8 compostos, respectivamente. A extração etanol:tolueno + água promoveu aumento da proporção de compostos hidrofílicos, que passaram de 84,7 para 94,1% em *Eucalyptus* e de 57,1 para 62,5% em *Corymbia*, principalmente em função da maior presença de açúcares e ácidos orgânicos. A etapa subsequente de extração em água quente ampliou a identificação de compostos hidrofílicos, porém os compostos lipofílicos de maior relevância para o controle da qualidade da madeira foram predominantemente extraídos pelo sistema etanol:tolueno.

Palavras-chave: Celulose; CG-EM; Compostos lipofílicos.

1. INTRODUÇÃO

Os gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia* destacam-se entre as principais espécies florestais cultivadas no Brasil, devido ao seu rápido crescimento, elevada produtividade e adaptação as condições edafoclimáticas do país (GONÇALVES et al., 2025). Diante da importância econômica desses gêneros para o setor florestal, o

conhecimento da composição química da madeira torna-se essencial para a otimização dos processos industriais.

A madeira é constituída predominantemente por celulose, hemiceluloses e lignina, além de uma fração minoritária denominada extrativos, composta por substâncias de baixa massa molecular e elevada diversidade química (WASTOWSKI, 2018). No setor de celulose e papel, esses compostos também desempenham papel importante, podendo interferir no consumo de reagentes durante o cozimento, na eficiência da deslignificação, na formação de depósitos de *pitch*, na qualidade da polpa produzida e no rendimento do processo industrial (LEHR et al., 2021).

A composição química dos extrativos varia de acordo com fatores como espécie, idade e condições de crescimento, sendo também influenciada pelo método de extração empregado (GAO et al., 2024). A mistura etanol:tolueno é tradicionalmente utilizada para a determinação de extrativos da madeira por apresentar capacidade de extrair compostos lipofílicos e de polaridade intermediária. Entretanto, a adição de água aumenta a polaridade do sistema, favorecendo a extração de metabólitos mais hidrofílicos e, consequentemente, alterando o perfil químico dos compostos recuperados (VIEIRA, et al., 2021).

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo qualificar os extrativos da madeira dos gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia* obtidos pelo solvente etanol:tolueno.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Local de estudo e materiais utilizados

Foram utilizadas amostras de madeira do gênero *Eucalyptus*, proveniente de uma fábrica de polpa celulósica localizada no Extremo Sul da Bahia e de *Corymbia*, obtidas de uma fábrica de carvão vegetal localizada em Alagoinhas, Bahia. Todo o material foi enviado para o Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais (*WoodTech*), da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *campus* Vitória da Conquista, para realização das análises.

Todas as amostras de madeira foram transformadas em serragem por um moinho de facas Willey, que foi classifica em peneiras de 40-60 mesh, sendo utilizado a fração retida na peneira de 60 mesh, de acordo a norma Tappi T 257 cm-12 (2012).

2.2. Análise qualitativa dos compostos orgânicos por CG-EM

O teor de extrativos foi determinado conforme norma Tappi T 204 cm-17, utilizando etanol:tolueno (extração simples) e com posterior extração em água quente (extração dupla). Para qualificação, o resíduo do balão foi solubilizado em etanol:tolueno e submetido à secagem em temperatura ambiente.

Essas amostras foram levadas para serem analisadas no equipamento CG-EM para separação, qualificação e identificação dos compostos presentes nos extrativos. As análises por CG-EM foram realizadas no aparelho QP2010SE (GC2010 Plus) da marca Shimadzu, usando coluna capilar de sílica fundida Rtx-5MS (30 m; 0,25 mm de diâmetro interno; filme de 0,25 µm).

Foram considerados os compostos identificados que apresentaram similaridade superior a 80% com a biblioteca (NIST08.LIB). Os compostos foram classificados em lipofílicos e hidrofílicos, sendo os lipofílicos: ácidos graxos e fitoesteróis. Já os hidrofílicos foram classificados em açúcares, ácidos orgânicos, álcoois, ácido benzoico e derivados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização química dos extrativos obtidos por CG-EM demonstrou que a composição dos extrativos da madeira diferiu entre os gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia*, bem como entre os tipos de extração avaliadas. Em *Eucalyptus* foram identificados 24 compostos, sendo 11 (45,8 %) comuns ao tipo de extração simples e dupla, 4 (16,7 %) exclusivos da extração simples e 9 (37,5 %) exclusivos da extração contendo água. Em *Corymbia*, foram identificados 10 compostos, dos quais 5 (50,0 %) foram comuns aos dois sistemas (FIGURA 1).

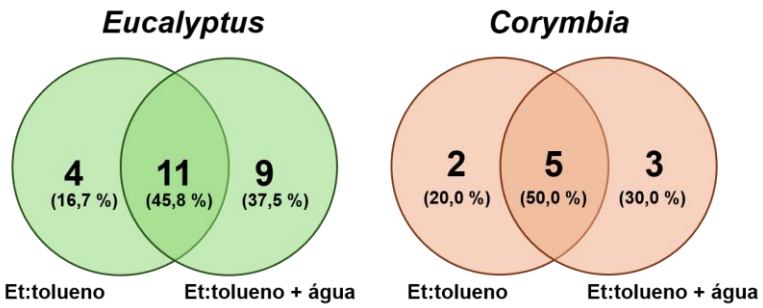


FIGURA 1 – Distribuição dos compostos identificados nos extrativos da madeira dos gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia*.

Em *Eucalyptus*, os compostos hidrofílicos corresponderam a 84,7% dos extrativos obtidos com etanol:tolueno, aumentando para 94,1% quando empregada a

posterior extração em água quente (TABELA 1). Esse incremento foi acompanhado pelo aumento da participação dos açúcares (15,4 para 35,3%) e pela redução da fração lipofílica (15,4 para 5,9%).

TABELA 1 – Grupos de compostos químicos identificados nas extrações com etanol:tolueno (simples e dupla) para o gênero *Eucalyptus e Corymbia.*

	Eucalyptus		***Corymbia***	
	Simples	**Dupla**	**Simples**	**Dupla**
Lipofílicos				
Ácidos graxos	7,7	5,9	28,6	37,5
Fitoesteróis	7,7	0	14,3	0
Total (%)	15,4	5,9	42,9	37,5
Hidrofílicos				
Açúcares	15,4	35,3	0	0
Ácidos orgânicos	7,7	11,8	0	12,5
Álcoois	38,4	29,4	57,14	50
Ácido benzoico e derivados	23,1	17,6	0	0
Total (%)	84,7	94,1	57,1	62,5

Em *Corymbia*, embora a distribuição entre compostos hidrofílicos e lipofílicos tenha sido mais semelhante entre os tipos de extração, também foi observado aumento da fração hidrofílica, de 57,1 para 62,5%, associado à redução dos compostos lipofílicos de 42,9 para 37,5% (TABELA 1). Esses resultados demostram que a posterior extração em água quente aumenta a polaridade do sistema, favorecendo a extração de compostos hidrofílicos, especialmente carboidratos.

A composição dos extrativos da madeira é fortemente influenciada tanto pela espécie quanto pelo sistema de extração empregado (ROWELL, 2012). A maior diversidade de compostos identificada em *Eucalyptus* em relação a *Corymbia* evidencia diferenças inerentes à composição química entre os gêneros, enquanto o aumento da proporção de compostos hidrofílicos após a etapa subsequente de extração em água quente demonstra que esse procedimento possibilitou a recuperação de metabólitos polares remanescentes na madeira, principalmente açúcares e ácidos orgânicos (GAO et al., 2024).

Do ponto de vista industrial, especialmente para o setor de celulose e papel, os resultados indicam que a etapa subsequente de extração em água quente possui aplicação limitada para a avaliação da qualidade da madeira. Embora essa etapa amplie a recuperação de compostos hidrofílicos, principalmente açúcares e ácidos orgânicos, os principais compostos associados aos problemas operacionais, como

ácidos graxos, esteróis e outros constituintes lipofílicos responsáveis pela formação de *pitch*, são extraídos predominantemente pelo sistema etanol:tolueno.

4. CONCLUSÃO

A composição química dos extrativos diferiu entre os gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia* e foi influenciada pelo tipo de extração empregado. A etapa subsequente de extração em água quente ampliou a identificação de compostos hidrofílicos, porém os compostos lipofílicos de maior relevância para o controle da qualidade da madeira foram predominantemente extraídos pelo sistema etanol:tolueno.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GAO, C.; CUI, X.; MATSUMURA, J. Multidimensional exploration of wood extractives: A review of compositional analysis, decay resistance, light stability, and staining applications. **Forests**, v. 15, 2024.

GONÇALVES, A. F. A.; FRANÇA, L. C. J.; LOPES, I. L.; SANTOS, J. A.; BARBOSA, L. O.; CAMPOE, O. C.; SCOLFORO, J. R. S. Bibliometric survey of forest biomass for Eucalyptus in Brazil. **TreeDimensional Journal**, v. 15, p. 1-10, 2025.

LEHR, M.; MITNER. M.; FRIEDL, A. Removal of wood extractives as pulp (pre-) treatment: a technological review. **SN Applied Sciences**, v. 3, n. 886, 2021.

ROWELL, R. M. **Handbook of wood chemistry and wood composites**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 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.

TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY – TAPPI. Normas técnicas. Norma TAPPI T 257 cm-02. **Sampling and preparing wood for analysis**. 2012.

VIEIRA, T. A. S.; ARRIEL, T. G.; ZANUNCIO, A. J. V.; CARVALHO, A. G.; BRANCO-VIEIRA, M.; CARABINEIRO, S. A. C.; TRUGILHO, P. F. Determination of the Chemical compostion of *Eucalyptus* spp. for cellulosic pulp production. **Forests**, v. 12, p. 1-15, 2021.

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