

Manuscrito avaliado e aceito pelo comitê científico do II CBCTEM

Efeito dos extrativos no inchamento das madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Corymbia citriodora*

Aline K. Soares¹, Pedro Henrique G. de Cademartori², Patricia S. B. dos Santos³, Darci A. Gatto¹

¹ Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

³ Ingeniería química y del medio ambiente, Universidad del País Vasco, San Sebastian, Espanha.

RESUMO O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito dos extrativos no inchamento das madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Corymbia citriodora*. Para tal, foram utilizadas 30 peças cúbicas de 20 x 20 x 20 mm. Deste modo, foram realizadas extrações em etanol em dez amostras, extração em água quente em outras dez amostras e as demais foram utilizadas como testemunhas (amostras sem extração). Após secagem a 60°C em estufa até massa constante, todas as madeiras foram imersas em água destilada para avaliação do inchamento linear (radial e tangencial) e volumétrico após 2, 12, 24 e 48 horas. Os resultados obtidos denotam que o inchamento da madeira de *Corymbia citriodora* deu-se em maior proporção após extração em etanol. Não observou-se grande variação entre os resultados obtidos para as amostras testemunhas e as submetidas à extração em água quente. De maneira geral, verificou-se aumento gradual do inchamento ao longo do tempo para a madeira de *Corymbia citriodora*. Já para a madeira de *Eucalyptus grandis*, o inchamento apresentou uma estabilização após um período de 24 horas. Para esta espécie, o inchamento volumétrico foi superior para as peças submetidas à extração em etanol. Os extrativos influenciaram no inchamento linear e volumétrico das madeiras das duas espécies estudadas. No entanto, a polaridade dos solventes deve ser levada em conta.

Palavras-chave: extração com etanol, extração em água quente, anisotropia.

The effect of extractives in swelling of *Eucalyptus grandis* and *Corymbia citriodora* woods

ABSTRACT The present study aimed to evaluate the effect of extractives in swelling of *Corymbia citriodora* and *Eucalyptus grandis* woods. Thirty samples of each specie measuring 20 x 20 x 20 mm were prepared. Ten samples of each specie were extracted with ethanol and hot water. Other ten samples were used as control (without extraction). After extraction, wood samples were oven-dried at 60°C to reach constant weight. Then, wood samples were immersed in distilled water. Linear (radial and tangential) and volumetric swelling were determined after 2, 12, 24 and 48 hours of immersion. The results show swelling of *Corymbia citriodora* wood was higher after extraction in ethanol. Swelling of wood after extraction in hot water and control samples was similar. In general, swelling of *Corymbia citriodora* wood gradually increased as a function of immersion time. On the other hand, swelling of *Eucalyptus grandis* wood presented a stabilization after 24 hours of immersion. In this specie, volumetric swelling was higher in wood samples extracted with ethanol. Extractives partially influenced linear and volumetric swelling of wood. Nevertheless, polarity of solvents should be taken into account.

Keywords: extraction with ethanol, extraction with hot water, shrinkage.

Introdução

A madeira é um material orgânico e extremamente versátil utilizado em diversas áreas, tais como construção civil, produção de móveis e celulose e papel. Segundo Sheshmani (2013), a madeira possui vantagens frente ao uso de outros materiais - tais como plásticos e metais - visto que é um material biodegradável, renovável, de baixo custo, resistente a raios ultravioleta e de fácil usinabilidade. Porém, fatores intrínsecos à madeira podem dificultar e prejudicar o seu uso em serviço, tais como anisotropia e higroscopicidade.

A higroscopicidade é a capacidade que a madeira tem de absorver água. Este mecanismo ocorre devido às interações existentes entre moléculas de água e as microfibrilas dos polissacarídeos que constituem a madeira através das ligações de hidrogênio (OLIVEIRA et al., 2010). Além destas interações, ressaltam-se as que ocorrem externamente à parede celular, as quais são decorrentes da composição de extrativos de cada espécie (BARBOSA et al., 2005).

Os extrativos são componentes acidentais presentes na madeira entre a faixa de 1 a 8% (FENGEL e WEGENER, 2003). Embora estejam presentes em uma pequena parcela da madeira, os extrativos têm grande influência sobre propriedades de resistência mecânica, coloração e qualidade da madeira (SJÖSTRÖM, 1993). Quimicamente, os extrativos são constituídos por substâncias solúveis em dissolventes neutros, como solventes orgânicos ou água (TAPPI, 2002). Uma variada gama de substâncias compõem esta classe. Destacam-se os flavonóides, estilbenos, taninos, sais inorgânicos, gorduras, ceras, alcalóides, proteínas, compostos fenólicos simples e complexos, açúcares simples, pectinas, mucilagens, gomas, terpenos, amido, glicosídeos, saponinas, óleos essenciais, entre outros (SHESHMANI, 2013; SARTO e SANSIGOLO, 2010).

Os extrativos estão presentes em sítios morfológicos específicos da madeira (SHESHMANI, 2013), e para isola-los

são utilizadas extrações orgânicas. Nas últimas décadas, tem-se utilizado as extrações com misturas de solventes a fim de otimizar os processos. O teor de extrativos solúvel em etanol-tolueno consiste em ceras, gorduras, resinas, fitoesteróis, hidratos de carbono de baixo peso molecular, sais, e até mesmo algumas substâncias solúveis em água. Álcali aquoso quente extrai carboidratos de baixo peso molecular, que consistem principalmente de hemiceluloses e celulose degradada. A água quente também remove uma parte dos compostos fenólicos, hidratos de carbono, glicosídeos, e os seus sais solúveis, compostos inorgânicos, taninos, gomas, açúcares e corantes presentes nas madeiras e celulose. Além disso, determinados tipos de solventes, como o etanol e a acetona, têm a capacidade de dissolver diversos tipos de extrativos lipofílicos e hidrofílicos tais como ácidos de resinas, ácidos gordos, ceras e gorduras, esses tipos de resinas são insolúveis em água (SHESHMANI et al., 2012; SARTO e SANSIGOLO, 2010; BARBOSA et al., 2005).

Como característica principal, os extrativos são substâncias de baixo peso molecular e podem apresentar um caráter hidrofóbico ou hidrofílico. De acordo com sua estrutura, os diferentes tipos de solventes utilizados para extração definem a porção de extrativos que será retirada da madeira, o que pode influenciar nas propriedades físicas do material, especialmente as relacionadas a higroscopicidade e anisotropia. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito dos extrativos no inchamento das madeiras de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus grandis* submetidas à extrações em etanol e água quente.

Material e Métodos

A madeira utilizada neste estudo foi proveniente de florestas plantadas de *Eucalyptus grandis* e *Corymbia citriodora* situados no estado do Rio Grande do Sul, com idades de 15 e 60 anos, respectivamente. Foram utilizadas trinta peças com

20 mm³ orientadas segundo os planos anatômicos (longitudinal radial, longitudinal tangencial e transversal) de cada espécie. Posteriormente, foram acondicionadas em câmara climática (20°C de temperatura e 65% de umidade relativa do ar) até a madeira atingir umidade de equilíbrio. Após a estabilização, todas as amostras foram secas em estufa a 60°C até a obtenção de massa constante.

Dez amostras de cada espécie foram submetidas a extração em aparelho Soxhlet com etanol outras dez com água destilada quente. Dez amostras não foram submetidas aos processos de extração e foram utilizadas como testemunhas. O procedimento foi realizado conforme metodologia descrita na norma TAPPI T 204 cm-97. Após a extração, as amostras foram novamente secas em estufa a 60°C de temperatura até evaporação total do solvente.

Por conseguinte, as peças de madeira extraídas e não extraídas foram imersas em água destilada e calcularam-se os inchamentos longitudinais (radial e tangencial) (Equação 1) e o inchamento volumétrico (Equação 2). Procedeu-se a mensuração destes parâmetros nos períodos que antecederam a imersão das peças na água, após 2, 12, 24 e 48 horas.

$$\alpha_i = \left(\frac{L_{\text{sat}} - L_{\text{seca}}}{L_{\text{seca}}} \right) * 100 \quad \text{Equação 1}$$

$$\Delta V = \left(\frac{V_{\text{sat}} - V_{\text{seca}}}{V_{\text{seca}}} \right) * 100 \quad \text{Equação 2}$$

Em que: α_i = inchamento linear (radial e tangencial); L_{sat} = dimensão linear (radial e tangencial) úmida do corpo de prova saturado em água (cm); L_{seca} = dimensão linear (radial e tangencial) do corpo de prova no estado seco (cm); ΔV = inchamento volumétrico (%); V_{sat} = volume úmido do corpo de prova saturado em água (cm³); V_{seca} = volume do corpo de prova no estado seco (cm³).

A análise estatística dos dados deu-se por meio de estatística descritiva simples, considerando as espécies e os tratamentos realizados.

Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta os valores médios das taxas de inchamento radial, tangencial e volumétrico para a madeira das espécies estudadas. Nota-se que o inchamento da madeira de *Corymbia citriodora* aumenta gradualmente ao longo do tempo. Já a madeira de *Eucalyptus grandis* apresenta um aumento do inchamento nas primeiras 12 horas, com posterior estabilização. Esta diferença pode estar relacionada a fatores intrínsecos das madeiras, tais como densidade, porosidade e permeabilidade.

A madeira de *Corymbia citriodora* extraída em etanol apresentou maior inchamento ao longo do tempo de imersão em água, em comparação à madeira extraída com água quente e às testemunhas da mesma espécie, com exceção do verificado até 2 horas de imersão. Nota-se que após 12 horas de imersão, intensifica-se a diferença do inchamento linear e volumétrico da madeira de *Corymbia citriodora* extraída com etanol em comparação à madeira extraída em água quente e testemunha. Antes deste período, todos os inchamentos tiveram níveis similares para a madeira de *Corymbia citriodora*, devido ao pequeno período de contato das amostras com a água. Este fato pode estar relacionado aos níveis de substâncias extraídas por meio de água (quente ou fria), os quais são muito baixos (YUANLIN, 2011).

A madeira de *Eucalyptus grandis* não apresentou distinção significativa no inchamento linear entre os processos de extração e a testemunha. No entanto, observa-se que o inchamento volumétrico da madeira de *Eucalyptus grandis* extraída em etanol é maior do que os valores observados para a madeira extraída em água quente e a testemunha. Este maior inchamento volumétrico ocorreu para todos os períodos de imersão avaliados.

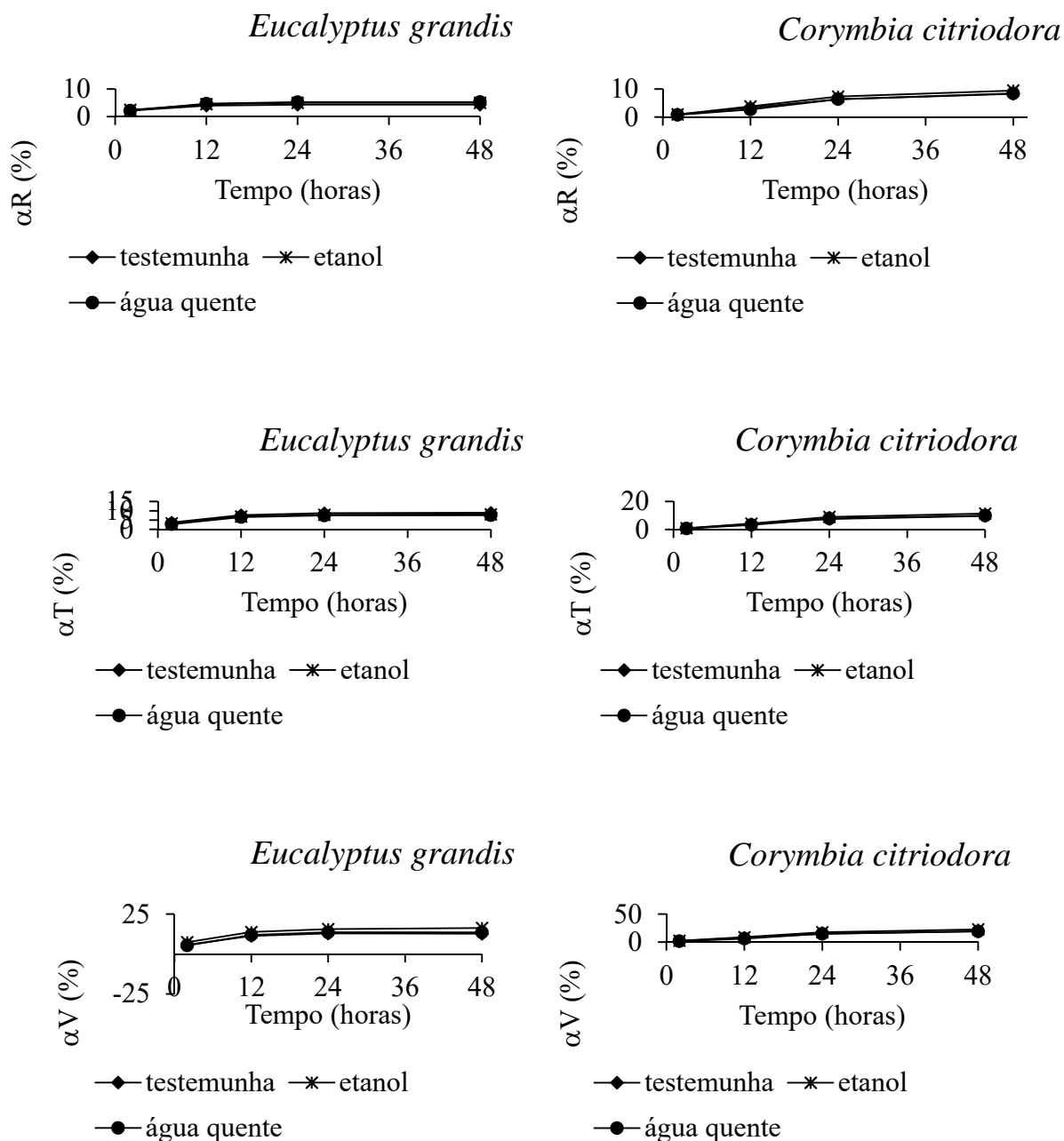


Figura 1. Cinética do αR , αT e αV das madeiras de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus grandis* não extraídas e extraídas em etanol e água quente.

Figure 1. Kinetic of αR , αT e αV of *Corymbia citriodora* and *Eucalyptus grandis* woods non non-extracted and extracted with ethanol and how water.

De acordo com Yuanlin (2011), a água desempenha um papel importante como solvente, isso porque diversas reações bioquímicas vitais para os organismos ocorrem em meios aquosos. Deste modo, substâncias como compostos fenólicos, taninos, gomas, corantes, sais solúveis interagem com a água sendo possível a sua retirada. É possível observar tal tendência para a seção radial da madeira de *Eucalyptus*

grandis, em que foi verificado um maior inchamento das peças extraídas em água quente após 12 horas. No entanto, o inchamento volumétrico do *Eucalyptus grandis* deu-se em maior proporção nas peças extraídas em etanol. Yang e Jaakola (2011) afirmaram que solventes como o etanol extraem tanto compostos hidrofílicos como hidrofóbicos. De acordo com Yuanlin (2011), o etanol é extremamente polar devido

ao seu grupo hidroxila. Esta polaridade faz com que o etanol extraia compostos tanto polares como apolares, o que justifica o maior inchamento das peças, visto que realiza uma extração mais ampla dos extrativos da madeira (BARBOSA et al., 2005).

Para a madeira de *Corymbia citriodora*, verificou-se maior inchamento das peças submetidas à extração em etanol em todas as seções após 12 horas de imersão em água. Conforme Costa et al. (1997), a madeira dessa espécie possui compostos como ceras, gorduras, resinas, fitoesteróis e hidrocarbonetos não voláteis. Estes compostos são extremamente hidrofóbicos, ou seja, uma maior quantidade de extrativos solúveis em etanol e não solúveis em água. Esta afirmativa corrobora com o verificado neste estudo, em que as madeiras extraídas com água quente tiveram resultados semelhantes aos das amostras testemunhas.

Conclusões

O inchamento da madeira é influenciado pelas características dos extrativos. Dessa maneira, apolaridade do solvente deve ser observada.

O etanol foi o solvente que proporcionou os maiores níveis de inchamento volumétrico para as madeiras de ambas as espécies avaliadas, em especial *Corymbia citriodora*. A extração em etanol proporcionou maior inchamento em todas as seções da madeira de *Corymbia citriodora*.

Para uma avaliação mais precisa dos efeitos de diferentes solventes no inchamento da madeira, recomenda-se um estudo com solventes de polaridades distintas, tais como diclorometano, tolueno e hexano.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS),

ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Federal de Pelotas pelo suporte financeiro.

Referências

BARBOSA, L. C. A.; MALTHA, C. R. A.; CRUZ, M. P. Composição química de extrativos lipofílicos e polares de madeira de *Eucalyptus grandis*. SCIENCE & ENGINEERING JOURNAL, v.15, P.13- 20, 2005.

COSTA, M. M.; COLODETTE, J. L.; GOMIDE, J. L.; FOE-KEL, C. E. B. Avaliação preliminar de quatro madeiras de eucalipto na produção de polpa solúvel branqueada pela sequência AO (ZQ)P. REVISTA ÁRVORE, v.21, p. 385-392, 1997.

FENGEL, D.; WEGENER, G. Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Berlin/New York: Walter de Gruyter, 2003.

SARTO, C e SANSIGOLO, C. A. Cinética da remoção dos extrativos da madeira de *Eucalyptus grandis* durante polpação Kraft. ACTA SCIENTIARUM. TECHNOLOGY. v.32, p.227-235, 2010.

SHESHMANI, S. Effects of extractives on some properties of bagasse/high density polypropylene composite. CARBOHYDRATE POLYMERS, v.94, p.416-419, 2013.

SHESHMANI, S., ASHORI, A., FARHANI, F. Effects of extractives on the performance properties of wood flour-polypropylene composites. JOURNAL OF APPLIED POLYMER SCIENCE, v.123, p.1563-1567, 2012.

SJÖSTRÖM, E. Wood chemistry: Fundamentals and applications. San Diego, 1993, 2.ed.

TAPPI Test Methods. Atlanta, GA: TAPPI Press, 2002.

YANG, G. E JAAKKOLA, P. Wood chemistry and isolation of extractives from wood. Literature study for biotuli Project, Saimaa, 2011, 47p.

YUANLIN, Z. Extraction of scots pine by polar solvent. 2011. 63f. Tese (Degree Programme in Paper Technology) - Saimaa University of Applied Sciences, Saimaa.