

INFLUÊNCIA DA DENSIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE *Pinus* sp. E *Eucalyptus* sp. NA COLAGEM

Juliana J. BIANCHE¹; João Paulo S. LADEIRA¹; Ana Paula M. TEIXEIRA¹; Bráulio da.S.de.OLIVEIRA¹; Antônio José V. ZANUNCIO¹; Angélica de Cássia O. CARNEIRO¹

1 – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG

Resumo: Com relação à colagem das madeiras, são encontradas dificuldades, uma vez que existem grandes diferenças (químicas, físicas e anatômicas) entre espécies de coníferas e folhosas, e variações entre espécies e dentro das espécies. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da densidade e composição química de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. na colagem. A densidade básica das madeiras foi determinada utilizando o método de imersão em água. As análises químicas foram efetuadas na fração de serragem classificadas nas peneiras de 40/60 mesh, para posterior quantificação do teor de extrativos totais, teor de lignina total e teor de holoceluloses. A menor densidade da madeira de pinus em relação à madeira de eucalipto pode facilitar a penetração do adesivo na madeira, podendo em alguns casos, se o adesivo for pouco viscoso, resultar em linha de cola faminta. A presença de extrativos nas madeiras, como a resina na madeira de pinus, pode interferir na colagem, impedindo a adesão na linha de cola.

Palavras-chave: Análise química, densidade, madeira.

Abstract: With regard to the bonding of woods, difficulties are encountered, since there are major differences (chemical, physical and anatomical) among species of conifers and hardwoods, and variation between species and within of species. This study aimed to evaluate the influence of density and chemical composition of *Pinus* sp. and *Eucalyptus* sp. in bonding. The basic wood density was determined using the water immersion method. The chemical analyzes were performed on sawdust fraction classified in sieves 40/60 mesh, for subsequent quantification of the extractives, the total lignin and holoceluloses contents. The lower density of pine wood in relation to eucalyptus wood facilitates the penetration of the adhesive into the wood, and in some cases if the adhesive is low viscosity, result in starved glue line. The presence of extractives in the woods, like the resin in wood of pine, can interfere with the bonding, impeding the adhesion of the glue line.

Keywords: Chemical analysis, density, wood.

1. INTRODUÇÃO

A formação da ligação depende da reatividade entre o adesivo e o substrato. A adesão é um campo muito complexo, além do alcance de qualquer modelo ou teoria, dado o número de fenômenos envolvendo a adesão, a variedade dos materiais a serem colados e a diversidade das condições de colagem. Com relação às madeiras, também são encontradas dificuldades,



uma vez que existem grandes diferenças (químicas, físicas e anatômicas) entre espécies de coníferas e folhosas, e variação entre espécies e dentro da espécie (MARRA, 1992).

Com relação à composição química da madeira, dependendo das propriedades físicas e químicas dos extrativos, eles podem facilitar ou dificultar o processo de colagem da madeira (PIZZI e MITTAL, 1994). Os extrativos, que definem o pH (potencial hidrogeniônico) da madeira, podem acelerar a reatividade de adesivos, impregnando a superfície da madeira, podendo impedir a aproximação necessária para que ocorra a adesão (ALMEIDA, 2013).

Algumas madeiras podem apresentar extrativos com pH que inibem o endurecimento do adesivo, prejudicando o desenvolvimento da resistência e coesão adequada na linha de cola. O pH da madeira pode favorecer o pré-endurecimento do adesivo, impedindo as funções de movimento e mobilidade, como a fluidez, penetração e umectação do adesivo na madeira (ALBUQUERQUE e LATORRACA, 2005).

Na dependência da quantidade e do tipo de extrativo presente na madeira, pode ocorrer uma interferência nas reações de polimerização do adesivo ou uma reação entre o adesivo e o extrativo gerando linhas de cola com fraco desempenho (LIMA et al., 2007). Jankowsky (1988) já considerava tal fato ao concluir que madeiras com elevados teores de extrativos apresentam dificuldades de colagem.

A densidade da madeira apresenta uma relação inversa com a porosidade e a penetração de adesivos. Em madeiras de baixa densidade, ocorre maior penetração do adesivo e poderá resultar em linha de cola “faminta”. Já em madeiras de alta densidade há maiores alterações dimensionais resultantes das variações de teor de umidade, gerando maiores tensões de linha de cola, dificultando o processo de colagem (IWAKIRI, 2005).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da densidade e composição química de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. na colagem.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Painéis e Energia da Madeira, da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Estado de Minas Gerais.

Foram utilizadas as madeiras de *Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp. provenientes da região de Viçosa-MG e do comércio local, respectivamente. As madeiras foram obtidas em forma de tábuas, que foram transformadas em lâminas de 40 cm de comprimento x 10 cm de largura x 0,6 cm de espessura. Determinou-se a densidade básica das madeiras utilizando o método de imersão em água, segundo a norma NBR 11941-02 (ABNT, 2003).

Para a análise química, utilizaram-se amostras das madeiras que, primeiramente, foram transformadas em palitos e, posteriormente, moídas em moinho tipo Wiley para a obtenção da serragem, conforme a norma TAPPI T 257 om-92 (1992). As análises químicas foram efetuadas na fração de serragem classificadas nas peneiras de 40/60 mesh. O material foi armazenado em frascos de vidro e condicionado a uma umidade relativa de $50 \pm 2\%$ e temperatura de $23 \pm 1^\circ\text{C}$, para posterior quantificação do teor de extrativos totais, teor de lignina total e teor de holoceluloses.

O teor de extrativos na madeira foi determinado, segundo a norma TAPPI T 204 cm-97 (1997), utilizando a mistura álcool/tolueno (1:2). Obteve-se o teor de extrativos em álcool/tolueno por diferença de massa nas amostras de serragem antes e após as extrações em água fria e quente.

O teor de lignina (Klason) foi determinado de acordo com os procedimentos descritos por Gomide e Demuner (1986). A lignina solúvel em ácido foi determinada a partir do filtrado

resultante da análise da lignina Klason, pela leitura em espectrofotômetro, de acordo com Goldschimid (1971). O teor de lignina total foi obtido pela soma da lignina residual mais a lignina solúvel em ácido.

A determinação do teor de holoceluloses foi estimada por diferença, da seguinte forma: Holoceluloses (%) = 100 – (% Extrativos + % Lignina).

Os valores de composição química da madeira foram submetidos aos testes de Lilliefors e Cochran para testar a normalidade e homogeneidade das variâncias, respectivamente. Depois, procedeu-se à análise de variância observando-se efeitos significativos, as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey. Para a variável densidade básica da madeira utilizou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, por esta não apresentar homogeneidade de variância. Considerou-se sempre o nível de significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa STATISTICA 7.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Densidade básica e composição química

Na Tabela 1 estão os valores médios da densidade básica e composição química das madeiras de *Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp.

Tabela 1- Densidade básica e composição química das madeiras de *Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp

Espécie	Densidade básica (g/cm ³)	Extrativos (%)	Lignina Total (%)	Holocelulose (%)
<i>Eucalyptus</i> sp.	0,67 a	7,84 a	34,46 a	57,71 b
<i>Pinus</i> sp.	0,45 b	5,52 b	31,35 b	63,13 a

Espécies com médias seguidas de mesmas letras, para uma mesma variável, não diferem entre si ($\alpha = 0,05$) pelo teste Tukey.

Em relação à colagem da madeira, a densidade se relaciona com a permeabilidade, que influenciam na penetração dos adesivos na madeira (IWAKIRI, 1998).

No processo de colagem a menor densidade da madeira de *Pinus* sp. em relação à madeira de *Eucalyptus* sp. pode facilitar a penetração do adesivo na madeira, podendo em alguns casos, se o adesivo for pouco viscoso, resultar em linha de cola faminta. Aparecida de Sá et al. (2010) estudando a absorção de superfície de painéis compensados, encontraram densidades básicas para as madeiras de *Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp. iguais a 0,56 g/cm³ e 0,36 g/cm³, respectivamente.

Plaster et al. (2008) avaliando juntas coladas da madeira serrada de *Eucalyptus* sp. verificaram dificuldade na adesão de madeiras de maiores densidades. Segundo os autores a madeira de alta densidade apresenta menor penetração do adesivo, bem como uma perda maior do adesivo pelas bordas da peça a ser colada, ocasionando uma linha de cola menos eficaz.

Para a composição química das madeiras, verificou-se que o teor de extrativos na madeira de *Eucalyptus* sp. foi maior em relação à madeira de *Pinus* sp. (Tabela 1). O gênero *Eucalyptus* caracteriza-se por um elevado número de espécies, com predomínio daquelas de difícil colagem, sobretudo aquelas de elevadas massas específicas aparentes e teores de extrativos elevados (PLASTER et al., 2008). Neste trabalho não foi determinado o tipo de



extrativos presentes nas madeiras, apenas o percentual de extrativos totais, apesar de poder existir algum outro elemento presente nos extrativos remanescentes, que mesmo em pequenas concentrações possa interferir no processo de colagem da madeira.

Na dependência da quantidade e do tipo de extrativo presente na madeira, pode ocorrer uma interferência nas reações de polimerização do adesivo ou uma reação entre o adesivo e o extrativo. De modo geral, madeiras com elevados teores de extrativos apresentam dificuldades de colagem (JANKOWSKY, 1988).

Albino et al (2012) avaliando a influência das características anatômicas e do teor de extrativos totais da madeira de *Eucalyptus grandis* na qualidade da colagem verificaram que o teor de extrativos na região da medula e no topo da tora foram iguais a 6,10% e 7,98%, respectivamente. Segundo os mesmos autores como o processo de colagem da madeira foi feito a frio (temperatura ambiente) a migração dos extrativos para a superfície da madeira não pode ter ocorrido. Segundo Marra (1992), quando ocorre a migração dos extrativos, pode acontecer a inativação da superfície, prejudicando o contato adesivo-madeira.

Os adesivos utilizados para a colagem da madeira, na sua maioria, usam a água como carreador, gerando problemas de umedecimento, fluxo e penetração na superfície coberta pelos extrativos. Outra influência do extrativo se dá na alteração do pH da superfície da madeira (ALBINO et al., 2012).

Lima et al. (2007) estudando as características anatômicas e químicas da madeira de dois clones de *Eucalyptus* e sua influência na colagem, encontraram valores médios de extrativos iguais a 5,54% e 4,79%.

O teor de lignina total da madeira de *Eucalyptus sp.* encontrado neste trabalho foi superior ao obtido por Zanuncio et al. (2013), quando estudaram a composição química da madeira de eucalipto com diferentes níveis de desbaste e obtiveram teores médios de lignina total variando de 30,7% (sem desbaste) a 33,1% (50% de desbaste).

Em relação ao teor médio de holocelulose, observou-se que houve diferença significativa entre as madeiras de eucalipto e pinus, sendo que a madeira de pinus apresentou o maior teor de holocelulose (Tabela 1). Quanto maior o teor de holocelulose, maior a higroscopicidade da madeira, uma vez que a celulose e a hemicelulose são as maiores responsáveis por essa propriedade (SKAAR, 1972).

Segundo Troughton (1969) citado por Moreira (1985) uma provável ligação covalente entre adesivos, contendo formaldeído e a celulose e a lignina, promoveria a adesão da madeira. Tais ligações ocorreriam por pontes de oximetileno, formadas pela condensação do grupo metilol do adesivo com hidroxilas alifáticas da celulose ou lignina. Este fato está de acordo com Moraes (1992) que afirma que as hidroxilas têm papel importante em relação às propriedades adesivas. Em amido e celulose, a presença de três hidroxilas livres em cada molécula de glicose é responsável pela sua alta polaridade e reatividade.

4. CONCLUSÃO

A presença de extrativos nas madeiras, como a resina na madeira de pinus, pode interferir na colagem, impedindo a adesão na linha de cola.



AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, pelo financiamento do projeto.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941-02 - Determinação da densidade básica em madeira. Rio de Janeiro, 2003. 6p.

ALBUQUERQUE, C.E.C.; LATORRACA, J.V.F. Colagem varia de acordo com propriedades da madeira REMADE. Revista da Madeira. ed 88, mar 2005.

ALMEIDA, V.C. Avaliação do potencial de uso de resíduos de madeira tropical para produção de painéis colados lateralmente – EGP. 2013, 123 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal, área de concentração Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

GOLDSCHIMID, O. Ultraviolet spectra. In: SARKANEN, K. V.; LUDWING, C. H. (Eds) Lignins. New York: WileyInterscience, 1971. p. 241-266.

GOMIDE, J. L.; DEMUNER, B.J. Determinação do teor de lignina em material lenhoso: método Klason modificado. O PAPEL, v. 47, n.8, p.36-38, 1986.

IWAKIRI, S. Painéis de madeira reconstituída. Curitiba: Fupef. 2005. 254p.

JANKOWSKY, I. P. Colagem de madeiras. Piracicaba: ESALQ, 1988. 45 p.

LIMA, C.K.P.; MORI, F.A.; MENDES, L.M.; CARNEIRO, A.de.C.O. Características anatômicas e química da madeira de clones de *Eucalyptus* e sua influência na colagem. CERNE, v.13, n.2, p.123-129, 2007.

PIZZI.A.; MITTAL, K. L. Handbook of adhesive technology. New York: Marcel Dekker, 1994.

TAPPI.T 204 cm-97. Solvent extractives of wood and pulp. 1997, 4-10p.

Technical Association of the Pulp and Paper Industry – TAPPI. TAPPI test methods T 257 om-92: sampling and preparing wood for analysis. Atlanta: Tappi Technology Park, v.1, 1992.

ZANUNCIO, A. J. V.; COLODETTE, J. L.; GOMES, F. J. B.; CARNEIRO, A. de. C. O.; VITAL, B.R. Composição química da madeira de eucalipto com diferentes níveis de desbaste. CIÊNCIA FLORESTAL, v. 23, n. 4, p. 755-760, 2013.