



## CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE RESÍDUOS DE MADEIRA DE EUCALIPTO

Vinícius Peixoto TINTI<sup>1</sup>, Sabrina Barros SANTIAGO<sup>1</sup>, Daniela MININI<sup>2</sup>, Mayária Josiânia Kercília Firmes Sampaio FELBERG<sup>2</sup>, Fabricio Gomes GONÇALVES<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

<sup>2</sup> Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

**Resumo:** O consumo de madeira para produção de papel, celulose, madeira serrada e carvão, proporciona geração de resíduos, que na maioria dos casos não possuem finalidade que abranjam suas capacidades tecnológicas, à vista disto, busca-se por meio de pesquisas melhor caracterizar as propriedades de resíduos madeireiros, à exemplo daqueles provenientes da destopadeira. Nesta perspectiva, realizou-se coleta de resíduos lignocelulósicos do gênero *Eucalyptus* de uma pequena serraria localizada no Sul do Estado do Espírito Santo. Deste material determinou-se o pH, tamponamento, teor de extrativos e teor de cinza da madeira, casca e partículas (madeira mais casca). Os resultados obtidos demonstram pouca variação de pH e solução tampão para madeira, casca e partículas. Enquanto que o teor de extrativos e teor de cinzas foram superiores para casca em relação à madeira e partículas. Conclui-se que tal material, dependendo da fração (madeira, casca e partículas) e método empregado para obtenção do pH e solução tampão, de maneira geral não ocorreram grandes variações, contudo, para os teores de extrativos e cinzas os valores presentes na casca foram elevados.

**Palavras-chave:** Resíduo Madeireiro; *Eucalyptus*; Propriedades Químicas.

**Abstract:** Wood consumption for the production of paper, pulp, lumber and coal, provides generation of waste, which in most cases have no purpose that covering its technological capabilities. Shall view of this, seeks through better research to characterize the waste properties from lumber trimmer, as well as add value to this raw material of processing inherent processes. In this perspective, they were collected lignocellulosic residues of *Eucalyptus* from a small sawmill located south of Espírito Santo State. Of this material was determined the pH, buffering, and ash extractives content and (wood, bark, particles (particle more bark)). The results showed little variation of pH and buffer solution for wood, bark and particles. While the extractives content and ash content were higher compared to the bark and wood particles. Concludes that such material, depending of the fraction (wood, bark and particulates) and the method used for obtaining the pH and buffer solution, in general there was no wide variations, however, for the content of extractives and ashes the values in bark were elevated compared to wood and particles.

**Keywords:** Timber waste; *Eucalyptus*; Chemical Properties.

### Introdução

O eucalipto pertence a família Myrtaceae, sua região de procedência natural é na Austrália, Indonésia, Papua Nova Guiné ou Filipinas (PALUDZYSZYN; SANTOS; FERREIRA, 2006). Máximo (2010) menciona que aproximadamente 1 % das espécies de eucalipto conhecidas são utilizadas com propósitos industriais, e segundo Silva (2008)



apresentam ampla plasticidade e dispersão mundial, além de crescimento satisfatório em diferentes situações edafoclimáticas.

As indústrias de base florestal no Brasil geram grande volume de resíduos proveniente das fases operacionais. Uma parte substancial de resíduos obtidos por processamento mecânico da madeira é utilizada para geração de energia para fins industriais e domésticos. Contudo, essa forma de utilização agrega pouco valor ao produto final, logo, tem-se necessidade de formas alternativas de utilização (IWAKIRI et al., 2000). Tendo em vista maior aproveitamento da madeira, os resíduos como costaneiras, refilos e aparas, provenientes de serrarias, em algumas empresas não são mais descartados, sendo utilizados como matéria-prima principal em alguns locais.

Tão importante como se utilizar a madeira processada é a utilização dos resíduos gerados em seu desdobro. No entanto, em algumas utilizações, há a necessidade de se conhecer suas propriedades químicas, pois em muitas vezes os resíduos são formados de mixes de várias espécies.

A composição química da madeira de determinada espécie, ou mesmo de determinada árvore podem ser divididas em dois grandes grupos de componentes químicos da madeira. O primeiro engloba as substâncias macromoleculares que constituem a parede celular de todas as madeiras; o segundo grupo, o dos componentes não estruturais, às quais fazem parte as substâncias de massa molecular pequena como os extrativos (substâncias orgânica) e minerais (substâncias inorgânicas) (SJÖSTRÖM, 1981; SAKA, 2001).

A avaliação da composição química da madeira é imprescindível, em virtude da sua influência em algumas das propriedades definidoras da aptidão da madeira para determinados usos. Neste sentido, para a produção de peças de madeira que utilizam adesivos é interessante conhecer as propriedades químicas da madeira em questão. De acordo com ROWELL et al. (2005), a presença de extrativos se destaca com grande efeito no uso da madeira, podendo comprometer a eficiência de processos de colagem. Os extrativos são um grupo de substâncias químicas presente na madeira constituída basicamente de gorduras, fenóis, terpenos, esteroides, ácidos diversos, breu, ceras e muitas outras combinações orgânicas (WEGNER et al., 1989).

Além dos teores de extrativo e cinzas, o pH e a capacidade tampão da madeira afetam a cura e a solidificação do adesivo. O pH das madeiras varia de acordo com espécies e se encontra em torno de 3 a 6. A capacidade tampão é característica do adesivo e se refere a capacidade deste em tolerar o contato com materiais mais ácidos ou mais básicos, sem alterar o seu pH (ALBUQUERQUE et al., 2005). Em trabalho de colagem de taliscas de madeira feita a partir de resíduos de eucalipto com ureia formaldeído à temperatura ambiente, Boa et al. (2014) afirmaram que a constituição química do material, incluindo o pH não influenciou a qualidade da colagem.

O objetivo do presente trabalho foi caracterizar quimicamente os resíduos de *Eucalyptus* sp. provenientes de destopadeira.

## **Metodologia**

### **Origem da madeira, casca e partículas de madeira**

O resíduo lignocelulósico de madeira de *Eucalyptus* sp. proveniente de destopadeira foi obtido em uma serraria localizada no município de Dores do Rio Preto, na região do Caparaó, Sul do Estado do Espírito Santo. As partículas fornecidas eram mistura de madeira e



casca. Durante a obtenção das partículas também foram coletadas amostras de madeira e casca para determinação de suas propriedades químicas independentes.

### Caracterização química dos resíduos de madeira

Os resíduos lignocelulósicos (casca, partículas mais casca e madeira) foram analisados quanto ao pH e a capacidade tampão, extrativos e cinzas. Todas as análises químicas foram provenientes de uma amostra composta, sendo realizadas duas amostras e 3 repetições para cada.

Cinco gramas de resíduo (base seca) foram solubilizados em 150 mL de água destilada, sob refluxo (100°C), por 20 minutos e à temperatura ambiente (23°C), por 24 horas. Após esta etapa, foram pipetados 50 mL em um Becker para obtenção do pH. Posteriormente, os extratos foram titulados com solução de NaOH (0,001 N) até atingir o pH 7 para a determinação da capacidade tampão ácida em mmol L<sup>-1</sup>, posteriormente transformados em mmol NaOH 5g<sup>-1</sup>, procedimentos adotados por Gonçalves (2012).

A análise do teor de extrativos, procedeu-se segundo a ABTCP M/68 e Norma Tappi T204-05-76 (1976). Para a determinação do teor de extrativos nos resíduos foram trituradas em um moinho tipo Willey, para a quantificação dos extrativos foi utilizada a serragem que passou na peneira de 40 mesh e que ficou retida na peneira de 60 mesh, com pesagem de 2 g secos dentro de cadinhos com peso conhecido (Pcad), que foram extraídos em três tipos de solventes (álcool tolueno, álcool absoluto e água quente).

Inicialmente, os tratamentos foram extraídos em álcool tolueno por 5 horas. Os balões volumétricos de peso conhecido (Pi) que continham os extrativos de cada tratamento foram transferidos para uma estufa a 103 ± 2°C durante 2 horas, após isso foram transferidos para um dessecador até estarem resfriados. Os balões foram pesados (Pf) e obteve-se o teor de extrativos em álcool tolueno (%E), conforme equação (1). E para a determinar os extrativos totais, os mesmo cadinhos que passaram pelo álcool tolueno continuaram a extração em álcool absoluto por 4 horas e, finalmente, por água quente por mais uma hora. Feito isso, os cadinhos foram para estufa à 103 ± 2°C por duas horas, resfriados em dessecadores e pesados para obtenção do teor total de extrativos (%ET) conforme equação (2).

$$\%E = \frac{Pf - Pi}{2} \times 100 \quad (1)$$

$$\%ET = \frac{2 - (Pas - Pcad)}{2} \times 100 \quad (2)$$

O teor de cinzas foi realizado de acordo com a ABTCP M 11/77 (1977). Essa análise consistiu na utilização de 5 g de serragem que ficaram retidas na peneira de 40 mesh. Cada tratamento foi pesado e posto em cadinho de porcelana com peso conhecido. Esses cadinhos foram dispostos com tampa dentro de um forno mufla com temperatura sendo gradualmente aumentada (a cada 100°C) até atingir 575°C ± 15°C. Neste ponto os cadinhos continuaram tampados por ± 3 horas. Estinguido este tempo retirou-se sua tampa, permanecendo a incineração por mais 3 horas. Após esse procedimento, os cadinhos foram retiradas da mufla e transferidos para um dessecador até estarem resfriados para posterior pesagem das cinzas (Pc). Dessa forma, o teor de cinzas (%Cz) foi determinado pela equação (3).



$$\%Cz = \frac{Pc}{Pas} \times 100 \quad (3)$$

## Resultados e discussão

Os resultados médios do pH de resíduos de madeira, casca e partículas (madeira + casca) constam na Figura 1.

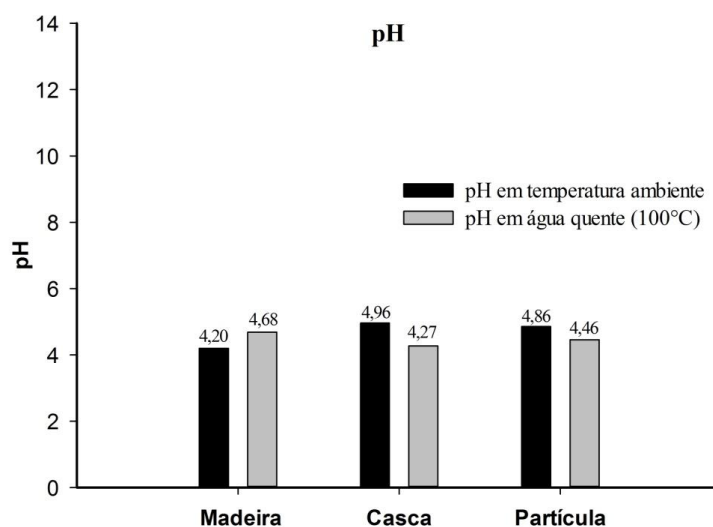


Figura 1: Valores médios do pH de madeira, casca e partícula (madeira + casca) de eucalipto.

De acordo com os dados obtidos pode-se observar que para a madeira o pH em água quente (100°C) foi numericamente maior em relação ao pH obtido à temperatura ambiente. No que se refere à casca e partículas observou-se que ambas obtiveram maiores valores absolutos de pH em temperatura ambiente, ou seja, ao elevar a temperatura obtém-se uma solução mais ácida, enquanto que para temperatura ambiente este efeito é menor.

Para produção de painéis tal aspecto é importante, tendo em vista que a madeira com valores de pH mais ácidos conforme Albuquerque et al. (2005) possuem seu uso mais apropriado para colagem com resina à base de ureia, tendo em conta que esta possui caráter levemente ácido quando comparada a resinas a base de fenol. Em trabalho com madeira de *Acacia mangium* Willd em plantio consorciado com eucalipto, Gonçalves e Lelis (2012) encontraram valor de pH variando de 5,45 a 5,90, sendo estes valores numericamente superiores ao encontrado neste trabalho para resíduos provenientes de eucalipto.

Os resultados médios da solução tampão de resíduos de madeira, casca e partículas (madeira + casca) constam na Figura 2.

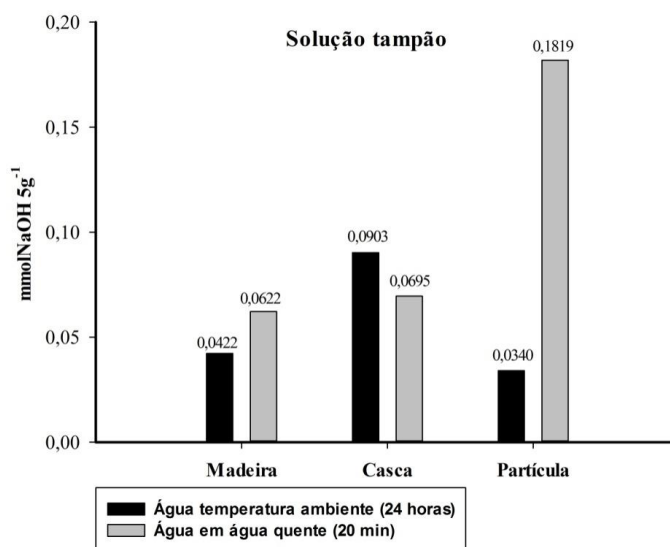


Figura 2: Valores médios da solução tampão de madeira, casca e partícula (madeira + casca) de eucalipto.

A capacidade tampão da madeira conforme Almeida (2009) é a capacidade que a mesma possui ao resistir a variação de pH da solução. Pela análise da solução tampão em função da madeira, casca e partículas, observou-se que para a partícula foram encontrados os maiores valores em água quente de  $\text{mmolNaOH } 5\text{g}^{-1}$ . No entanto, para madeira e casca a diferença entre a solução tampão para água em temperatura ambiente e aquecida por 20 min foi menor. Em estudo com de *Acacia mangium* Willd em plantio consorciado com eucalipto, Gonçalves e Lelis (2012) encontraram valor de capacidade tampão ácida variando de 0,05 a 0,104 mmol NaOH valores esses próximos aos presente neste estudo para resíduos provenientes de destopadeira.

O teor médio dos extrativos dos resíduos provenientes de destopadeira estão mostrados na Figura 3.

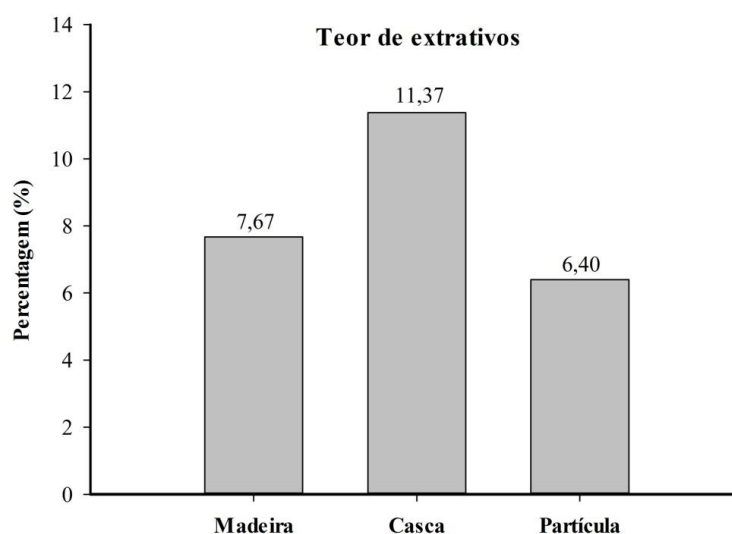


Figura 3: Valores médios do teor de extrativos da madeira, casca e partícula (madeira + casca) de eucalipto.



Pela análise do teor de extrativos em função da madeira, casca e partículas, observaram-se maiores valores encontrados na casca (11,37%), seguido da madeira (7,67%) e nas partículas contendo menores quantidades (6,40%). Trugilho, Lima e Mendes (1996) avaliando a influência da idade nas características químicas, encontraram teores médios de extrativos totais variando de 3,68% a 5,23%. Similarmente, Gomide, Fantuzzi Neto e Regazzi (2010) evidenciando a importância dos extrativos como critérios de qualidade da madeira de *Eucalyptus* para produção de celulose, encontraram valores inferiores ao obtido neste trabalho, com teor médio de 3,08%. Da mesma forma, Neves et al. (2011) encontraram variação de 1,89% a 4,12% do teor de extrativos para clone de eucalipto em diferentes locais.

O teor de cinzas médio presente na casca foi numericamente superior em relação aos valores médios da madeira e partículas. A casca apresentou valores superiores quando comparada à madeira e partículas (Figura 4).

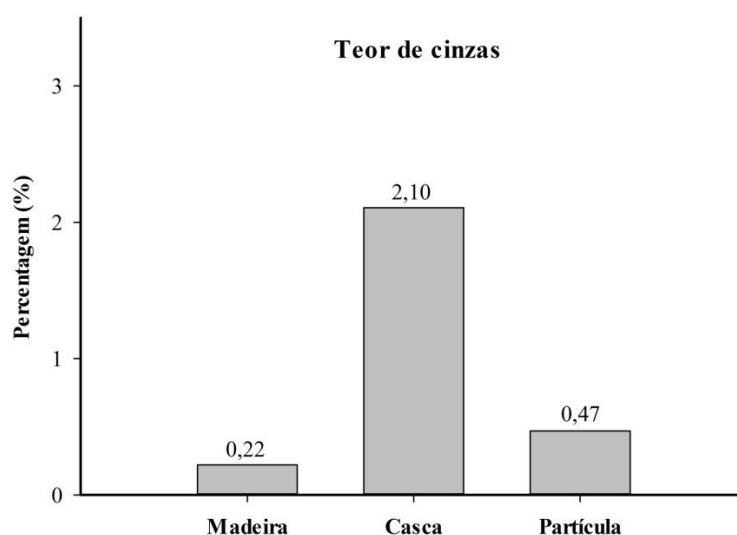


Figura 4: Valores médios do teor de cinzas da madeira, casca e partícula (madeira + casca) de eucalipto.

Nas árvores a quantidade de cinzas extraídas pela casca de acordo com Foelkel (2005) é significativa, e na maioria das vezes ligeiramente maior do que é extraído e exportado pela madeira do mesmo povoamento, chegando a possuir de 10 a 20 vezes mais cinzas do que a madeira correspondente de sua árvore. Neste trabalho o teor de cinzas na casca foi numericamente superior aos obtidos para madeira e partículas. De acordo com Foelkel (2005) isto é justificado pelo acúmulo de minerais na forma de cristais nas células de parênquima, ou os está translocando livres ou adsorvidos na composição de constituintes da seiva orgânica.

Os resultados para o teor de cinzas obtido para madeira e partículas neste trabalho estão próximos aos observados por Trugilho, Lima e Mendes (1996), cujos valores estão entre 0,22% a 0,70% nas diferentes idades de eucalipto. Neves (2011) avaliando clones de eucalipto em diferentes locais visando à produção de carvão vegetal encontrou valores médios inferiores aos obtidos neste trabalho com teor de cinzas variando entre 0,15% a 0,25%. De acordo com Barcellos (2007), baixo teor de cinzas, é adequado para produção de energia, pois, elevados teores de cinzas podem formar incrustações nos equipamentos e tubulações.



## Conclusões

- O pH e solução tampão da madeira, casca e partículas não obtiveram grandes variações quanto ao tipo de resíduo.
- O teor de extrativos foi elevado, sobrepondo aos valores encontrados na literatura, principalmente na casca.
- O teor de cinzas variou quanto aos diferentes tipos de resíduos, com valores elevados na casca.

## Referências

ALBUQUERQUE, C. E. C. Adesivos e adesão. In: Painéis de madeira reconstituída. IWAKIRI, S. (Ed.). Curitiba: FUPEF, p.13-42, 2005.

ALMEIDA, V. C. Efeito da adição de carga e extensor nas propriedades do adesivo uréia-formaldeído e dos compensados de *Pinus elliottii* e *Schizolobium amazonicum*. 2009. 75 f. Dissertação.(Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL – ABTCP. M-11/77: Cinzas em madeira. São Paulo: ABTCP. 1977.

BARCELLOS, D. C. Caracterização do carvão vegetal através do uso de espectroscopia no infravermelho próximo. 2007. 140 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

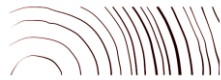
BOA, A. C. et al. Resíduos madeireiros de eucalipto colados com resina ureia formaldeído à temperatura ambiente. SCIENTIA FORESTALIS, v. 42, n. 102, p. 279-288, 2014.

FOELKEL, C. Casca da árvore do eucalipto: Aspectos morfológicos, fisiológicos, florestais, ecológicos e industriais, visando a produção de celulose e papel. 109p., 2005. Disponível em: <<http://www.eucalyptus.com.br>>. Acesso em: 21 jun. 2015.

GOMIDE, J. L.; FANTUZZI NETO, H.; REGAZZI, A. J. Análise de critérios de qualidade da madeira de eucalipto para produção de celulose Kraft. REVISTA ÁRVORE, v. 34, n. 2, p. 339-344, 2010.

GONÇALVES, F. G. Painéis aglomerados de madeira de *Acacia mangium* com adesivos de uréia-formaldeído e tanino em pó da casca de *Acacia mearnsii*. 2012. 105f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

GONÇALVES, F. G.; LELIS, R. C. C. Caracterização tecnológica da madeira de *Acacia mangium* Willd em plantio consorciado com eucalipto. FLORESTA E AMBIENTE, v. 19, n. 3, p. 286-295, 2012.



IWAKIRI, S. et al. Resíduos de serrarias na produção de painéis de madeira aglomerada de eucalipto. *SCIENTIA AGRARIA*, v.1, n. 1-2, p. 23-28, 2000.

MÁXIMO, L. P. Revisão bibliográfica do eucalipto (*Eucalyptus* sp.). 2010. Disponível em: <<http://fitopatologia1.blogspot.com.br/2010/12/revisao-bibliografica-do-eucalipto.html>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

NEVES, T. A. et al. Avaliação de clones de *Eucalyptus* em diferentes locais visando à produção de carvão vegetal. *PESQUISA FLORESTAL BRASILEIRA*, v. 31, n. 68, p. 319, 2011.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T.; FERREIRA, C. A. Eucaliptos indicados para plantio no Estado do Paraná. Colombo: Embrapa Florestas - CNPF, 45p. (Documentos, n. 129), 2006.

ROWELL, R. M. et al. Cell Wall Chemistry. In: ROWELL, R. M. (Ed.). *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites*. Florida: CRC Press. p. 35-76, 2005.

SAKA, S. Chemical composition and distribution. In: HON, D. N.-S., SHIRAISHI, N. (Eds). *Wood and Cellulosic Chemistry*. New York: Marcel Dekkeinrc. Second Ed., rev. and expanded. p. 51-81, 2001.

SILVA, M. A. Caracterização fisiológica em mudas de *Eucalyptus citriodora* HOOK submetidas a déficit hídrico. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SJÖSTRÖM, E. *Wood Chemistry: Fundamentals and Applications*. New York: Academic press. 1981. 231p.

TAPPI. Solvent extractives of wood and pulp. T – 204 om-88. TAPPI test methods. Atlanta: TAPPI Press, 1996. n. p.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. *CERNE*, v. 2, n. 1, p. 15, 1996.

WEGNER, T. H. et al. Wood. In: *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*. Mark; Bikales; Overberger; Menges. (Ed.). John Wiley & Sons, Inc, 17. Second Edition, p. 843-887, 1989.