

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS MADEIRAS DE CLONES DE EUCALIPTO CULTIVADOS NA REGIÃO SUDOESTE DA BAHIA

Erika Susan Matos Ribeiro<sup>1</sup>; Dalton Longue Júnior<sup>2</sup>; Brunela Pollastrelli Rodrigues<sup>3</sup>; Allana Katyussia Silva Pereira<sup>4</sup>; Thais Silva Brito<sup>4</sup>

<sup>(1)</sup>Engenheira Florestal e Mestre em Ciências Florestais - UESB; <sup>(2)</sup> Prof. Dr. do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais - UESB; <sup>(3)</sup>Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais - UESB; <sup>(4)</sup>Mestrandas do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais:

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia: Estrada do Bem Querer, km 4 - Caixa Postal 95 – Vitória da Conquista - Bahia - CEP 45083-900

[ribeiro.erikasusan@hotmail.com](mailto:ribeiro.erikasusan@hotmail.com), [dalton@uesb.edu.br](mailto:dalton@uesb.edu.br), [brunelafloresta@yaho.com.br](mailto:brunelafloresta@yaho.com.br),  
[allana.florestal@gmail.com](mailto:allana.florestal@gmail.com), [thaisbforestal@gmail.com](mailto:thaisbforestal@gmail.com),

**Identificação do evento:** Apresentado no IV Congresso Brasileiro de Eucalipto – 07 a 08 de agosto de 2019, Salvador/BA.

**RESUMO:** O gênero *Eucalyptus* vem sendo amplamente plantado no Brasil devido à sua fácil adaptação e alta produtividade. A mesma tendência foi seguida na região Sudoeste da Bahia, apesar do pouco conhecimento sobre as características silviculturais e tecnológicas da maioria dos plantios da região. O objetivo do presente trabalho determinar as propriedades químicas, físicas e anatômicas das madeiras cultivadas na região Sudoeste da Bahia. Foram visitadas 4 propriedades florestais (Fazendas A, B, C e D) e coletados 6 clones (AEC-144, VCC-865 e VM-058). A maior média para densidade básica foi obtida com o clone VM-058 (497 kg/m<sup>3</sup>) cultivado na Fazenda A. A maior média para teor de lignina total (31,6%) foi encontrado na Fazenda A com o clone AEC-144. O maior teor de extrativos totais (5,2%) foi observado na Fazenda D, com o clone AEC-144. Verificou-se o maior valor de retração volumétrica (13,1%) no clone AEC-144 - Fazenda A. Para o inchamento volumétrico, o maior valor foi encontrado com o clone AEC-144 na Fazenda A (17,8%). De acordo com propriedades dos materiais analisados, as madeiras da região podem ser aproveitadas preferencialmente para o setor de energia, não sendo descartado o uso para produção de celulose. Para uso na indústria de serraria, os plantios demandam mais tempo de cultivo e mais investimento em tratamentos silviculturais.

**Palavra Chave:** densidade da madeira, qualidade da madeira, composição química da madeira.

## INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma grande área coberta com florestas plantadas, porém é ainda insuficiente quando comparada ao tamanho do seu território e às áreas com potencial de serem utilizadas para reflorestamento. Segundo o Instituto Brasileiro de Árvores - IBÁ (2017), a área atualmente ocupada pelos plantios florestais é de aproximadamente 7,84 milhões de hectares, sendo 5,67 milhões de hectares de cultivos de eucalipto (72,3%), concentrados em sua maioria nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Bahia.

O domínio das espécies do gênero *Eucalyptus* nos plantios florestais comerciais brasileiros ocorre devido ao fato de suas características silviculturais e tecnológicas serem requeridas tanto por produtores florestais quanto por diversos segmentos industriais. Nesse sentido, a região Sudoeste da Bahia também segue a tendência nacional de cultivos florestais com o gênero *Eucalyptus*.

Tendo em vista essas características e considerando a demanda crescente de matéria-prima de qualidade para as indústrias de base florestal, com foco na produção de polpa celulósica e carvão vegetal, o setor de florestas plantadas tem sido cada vez mais necessário e requisitado para suprir essa carência do setor industrial.

Por mais homogêneo que um plantio florestal de eucalipto possa parecer, a madeira é um material heterogêneo e apresenta variações na sua estrutura anatômica, composição química e propriedades físicas, que vão influenciar a sua qualidade (TOMAZELLO FILHO, 1985) e, conseqüentemente, a sua destinação final. Essas variações podem ocorrer entre gêneros (*Pinus e Eucalyptus*), entre espécies (*E. globulus x E. camaldulensis*) ou até mesmo dentro de uma mesma espécie, a depender da posição da amostra no lenho, na altura do tronco ou até mesmo em relação à posição na direção medula-casca (TRUGILHO et al., 1996).

Essa variação nas propriedades tecnológicas das madeiras leva a uma necessidade de estudos e caracterização das matérias-primas cultivadas em diferentes regiões, que podem sofrer variações também devido às condições edafoclimáticas e das técnicas de plantio e manejo florestal, como a escolha pela técnica de produção de mudas (sementes ou clonais), definição do espaçamento (adensados e espaçados) e aplicação de tratamentos culturais (desrama artificial e desbastes).

Os fatos acima expostos ressaltam a importância de se caracterizar tecnologicamente as madeiras cultivadas na região Sudoeste da Bahia, uma vez que a região vem expandindo suas áreas plantadas e possui localização privilegiada, próxima ao Norte de Minas Gerais, importante polo florestal para abastecimento do setor energético (carvão vegetal) e da região Sul da Bahia, que se destaca mundialmente por sua elevada produção de polpa celulósica, configurando-se como um potencial fornecedor de matéria-prima para ambas as regiões.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram amostradas três árvores de cada clone em cada plantio de eucalipto com idades variando entre 4 e 6 anos de idade. As árvores foram selecionadas com base no diâmetro médio previamente mensurado, sendo retirados quatro discos de madeira em três diferentes posições da altura do tronco (0%, 50%, 100% da altura comercial) para compor uma amostra composta e representar cada árvore. A referência do fuste comercial foi definida até um diâmetro mínimo de 8 cm.

Para avaliação da composição química da madeira foram medidos teor de extrativos totais, teor de lignina solúvel, insolúvel e total, teor de minerais e teor de holocelulose. A extração e quantificação dos extrativos totais da madeira foi realizada utilizando o aparelho Soxhlet, com a primeira etapa de extração utilizando uma solução de álcool/tolueno (1:2) e uma segunda etapa com água desmineralizada, segundo a norma TAPPI T204 cm-97 (adaptado). Posteriormente, com as amostras livre de extrativos, determinou-se os teores de lignina solúvel e insolúvel da madeira utilizando-se a norma TAPPI T222 om06 (Acid-insoluble lignina in wood and pulp). O teor de lignina total foi obtido por meio do somatório da lignina solúvel e insolúvel. Para a análise de minerais, utilizou-se a norma TAPPI T211 om-93. O teor de holocelulose foi determinado pela diferença entre a massa inicial de madeira e a quantidade de extrativos, lignina total e minerais.

Na determinação da densidade básica utilizou-se o método da balança hidrostática (NBR 11941), por meio de um paquímetro digital com 2 casas decimais.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com relação ao teor de lignina (Tabela 1), os clones VM-058 da Fazenda C e VCC-865 da Fazenda B obtiveram as menores médias em relação à lignina solúvel (3,7% e 3,8% respectivamente). Por sua vez, a maior média foi encontrada no clone AEC-144 da Fazenda A (4,3%). Em relação ao teor de lignina insolúvel, o valor mais baixo foi encontrado para o clone AEC-144 (25,6%) da Fazenda B, enquanto os valores mais elevados foram encontrados no clone AEC-144 na Fazenda A (27,3%) e no clone VCC-865 na Fazenda B (27,2%).

O teor de lignina total calculado para os clones em estudo apresentou valores entre 29,8% e 31,6%. O clone AEC-144 plantado na Fazenda B apresentou a menor média para o teor de lignina total (29,8%), enquanto que o mesmo clone, plantado na Fazenda A, obteve a maior média para lignina total, de 31,6%.

Morais (2008) encontrou teores de lignina total variando de 28,8% a 31,6% para dois clones de madeira de *Eucalyptus grandis* e um híbrido de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla* com diferentes idades (1, 3, 5, 6, 7 e 8 anos). Os valores encontrados nas propriedades rurais da região Sudoeste da Bahia estão em conformidade com esses estudos.

O processo de produção de polpa celulósica pode ser impactado pelo teor de lignina total da madeira, uma vez que madeiras com altos teores de lignina geralmente necessitam de um consumo maior de álcali durante a polpação (SANTOS, 2000).

Trugilho et al. (2007), estudando alguns clones, espécies e híbridos de *Eucalyptus* (5 a 8 anos de idade), observaram uma alta variabilidade entre eles, com teores de lignina total variando entre 22,0% e 35,1%. Segundo eles, as madeiras com teor de lignina superior a 30,4% são mais indicadas para energia, enquanto as madeiras com teores de lignina abaixo desse valor são mais indicadas para a produção de polpa celulósica.

Os materiais estudados neste trabalho foram desenvolvidos para o uso principal no setor energético, exceto o clone VCC-865, que atende ao setor de celulose. Porém, por meio dos resultados obtidos e levando-se em consideração o trabalho de Trugilho et al. (2007), essas madeiras podem também ser aproveitadas para a produção de polpa celulósica (AEC-144 das Fazendas B e C, e VM-058 da Fazenda C), e pelo setor de energia (AEC-144 fazenda A e D, e VCC-865 da Fazenda B), caso seja solicitado ou necessário.

Gomes et al. (2015) encontraram uma relação entre o teor de lignina solúvel e a relação S/G (siringil/guaiacil) da lignina. Madeiras com elevado teor de lignina solúvel tendem a ter uma alta relação S/G. Quanto maior a relação S/G da lignina, mais favorável será a deslignificação, possibilitando o uso de uma menor carga de álcali na polpação kraft e, conseqüentemente, aumentando o rendimento do processo (HINCHEE et al., 2011).

Tabela 1: Composição físico-química das madeiras de eucalipto cultivadas na região Sudoeste da Bahia

Fazenda	A	B	B	C	C	D
Material	AEC-144	AEC-144	VCC-865	AEC-144	VM-058	AEC-144
Lignina Solúvel (%)	4,3	4,2	3,8	3,9	3,7	3,9
Lignina Insolúvel (%)	27,3	25,6	27,2	26,2	26,2	26,7
Lignina Total (%)	31,6	29,8	31,0	30,0	30,0	30,5
Extrativos em Álcool:Tolueno (%)	4,6	4,6	3,5	3,8	4,5	5,2
Minerais (%)	0,48	0,48	0,42	0,36	0,57	0,40
Holocelulose (%)	63,3	65,1	65,1	65,8	64,9	63,9
Densidade Básica (kg/m <sup>3</sup> )	479	481	489	481	495	487

Quanto ao teor de extrativos totais, os valores obtidos variaram entre 3,5% e 5,2%, sendo o menor valor encontrado na Fazenda B, com o clone VCC-865 com 4 anos, e o maior valor na Fazenda D, com o clone AEC-144 com 6 anos (Tabela 1).

Observou-se que o teor de extrativos tendeu a ser mais elevado nas madeiras de maior idade. Uma possível explicação encontra-se no fato da madeira de maior idade possuir mais cerne ou estar passando pelo processo de cernificação, em que ocorre uma maior deposição de extrativos. Trugilho et al. (2007) observaram valores entre 2,5% e 7,3% para extrativos totais em *Eucalyptus* (5 a 8 anos de idade). Medeiros et al. (2016) encontraram um teor de extrativos totais de 6,51% para *Eucalyptus urograndis* aos 4 anos de idade. Gomide et al. (2005), estudando clones de *Eucalyptus* de algumas empresas de celulose, obtiveram teores de extrativos em álcool/tolueno variando entre 1,76% e 4,13%, indicando uma possível utilização desses materiais pela indústria de celulose.

Para a indústria de celulose e papel um alto teor de extrativos não é desejável, uma vez que estes podem formar depósitos denominados “pitch” no maquinário das fábricas, gerando aumento no custo de manutenção e afetando a produção e a qualidade do produto final (CRUZ et al., 2006). Também aumentam o consumo de reagentes químicos na polpação, dificultam o branqueamento e aumentam a carga de sólidos do sistema de recuperação química.

Em relação ao teor de minerais, estes variam de 0,36% a 0,57%. O menor valor foi encontrado na Fazenda C, com o clone AEC-144 e o maior, na mesma fazenda, com o clone VM-058. Medeiros et al. (2016), estudando clones de *Eucalyptus urograndis* com quatro anos de idade, encontraram um teor de minerais (cinzas) de 0,67%.

Para o teor de holoceluloses foram encontrados valores entre 63,3% e 65,8%. A Fazenda A, com o clone AEC-144, obteve o menor valor, enquanto a Fazenda C, utilizando o mesmo clone, encontrou o maior valor. Esses valores encontram-se abaixo dos observados por Duarte (2007), que, estudando *E. globulus* e *E. grandis* x *E. urophylla*, observou teor de holocelulose de 74,56% e 65,96%, respectivamente, e ao de Medeiros et al. (2016) que, ao estudarem a qualidade de clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, obtiveram valor médio de holocelulose igual a 66,12%.

Baixos teores de holoceluloses são interessantes para as indústrias de energia, uma vez que, segundo Santos et al. (2000), a celulose e as hemiceluloses apresentam um perfil bastante instável e pouco resistente diante da degradação térmica, o que contribui para um menor rendimento em carvão vegetal. Por sua vez, Almeida et al. (2000) afirmam que o rendimento do processo de polpação está relacionado ao teor de holocelulose, sendo que as hemiceluloses facilitam no refino da polpa celulósica, desempenhando um papel fundamental no desenvolvimento das propriedades de resistência físico-mecânica da polpa.

O estudo da densidade básica dos clones apresentou valores variando entre 479 kg/m<sup>3</sup> e 497 kg/m<sup>3</sup>, sendo o maior valor encontrado na Fazenda C, com o clone VM-058 (497 kg/m<sup>3</sup>), e o menor valor para o clone AEC-144 nas Fazendas A e B (479 kg/m<sup>3</sup>), conforme Tabela 1. Gomide et al. (2005) corroboram com tais resultados pois estudaram densidades básicas de clones de eucaliptos e encontraram valores que variaram entre 465 kg/m<sup>3</sup> e 490 kg/m<sup>3</sup>.

Os valores de densidade básica encontrados no presente trabalho foram inferiores aos relatados por Mokfienski et al. (2008) para madeiras de *Eucalyptus urophylla*, em que encontraram uma densidade básica de 544 kg/m<sup>3</sup> (Tabela 1). Da mesma maneira, Pereira et al. (2016), avaliando seis clones de *Eucalyptus*, observaram valores elevados para densidade variando entre 531 kg/m<sup>3</sup> e 585 kg/m<sup>3</sup>, sendo estes mais indicados para produção de energia.

Trugilho et al. (2004) estudaram madeiras de 15 clones de *Eucalyptus* para a produção de celulose e encontraram valores de densidade básica entre 405 kg/m<sup>3</sup> e 571 kg/m<sup>3</sup>.

## CONCLUSÕES

Depois da avaliação final deste estudo de qualidade da madeira de eucalipto cultivados na região Sudoeste da Bahia, foi possível concluir que, levando em consideração a sua composição química (teor de holoceluloses/lignina) e as propriedades físicas (densidade básica), as madeiras apresentaram maior potencial de uso pela indústria de energia, entretanto, não é descartado o seu uso pela indústria de polpa celulósica.

## AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e Veracel pela disponibilização dos laboratórios para análises químicas e CAPES pela bolsa de estudos ao Programa de mestrado em Ciências florestais da UESB.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. M.; GOMIDE, J. L.; SILVA, D. J. Dissolução dos constituintes da madeira de eucalipto ao longo dos processos kraft contínuo convencional e aditivado. **Revista Árvore**, v.24, n.2, p.215-222, 2000.

IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE PRODUTORES DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ 2017 ano base 2017**. Brasília: 2017. 64p. Disponível em: < [http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2017.pdf](http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf)>. Acesso em: 01 de maio de 2018.

TOMAZELLO FILHO, M. **Estrutura anatômica de oito espécies de eucalipto cultivadas no Brasil**. Piracicaba: IPEF, 1985. 31 p.

TRUGILHO, P.F.; LIMA, J.T., MENDES, L.M., Influência da idade nas características físico-mecânicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. **Revista Cerne**, v. 2, n. 1, p. 97-111, 1996.

MEDEIROS, B. L. M. A; GUIMARÃES JUNIOR, J. B.; RIBEIRO, M. X.; LISBOA, F. J. N.; GUIMARÃES, I.; PROTÁSIO, T. P. Avaliação das propriedades físicas e químicas da madeira de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* cultivadas no Piauí. **Nativa**, Sinop, v.4, n.6, p.403-407, nov./dez. 2016.

MOKFIENSKI, A. A importância relativa da densidade de madeira e do teor de carboidratos no rendimento de polpa e na qualidade do produto. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 3, p. 407- 419, jul./set. 2008.

PEREIRA, B. L.C; CARVALHO, A. M. M.L; OLIVEIRA, A. C.; SANTOS, L. C; CARNEIRO, A. C.O; MAGALHÃES, M. A. Efeito da carbonização da madeira na estrutura anatômica e densidade do carvão vegetal de *Eucalyptus*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 545-557, abr.-jun, 2016.

GOMES, F.J.B.; COLODETTE, J.L.; BURNET, A.; BATALHA, L.A.R.; SANTOS, F.A.; DEMUNER, I.F. 2015. Thorough characterization of Brazilian new generation of eucalypt clones and grass for pulp production. **International Journal of Forestry Research**. 2015.

GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; OLIVEIRA, R. C.; SILVA, C. M. Caracterização tecnológica, para produção de celulose, da nova geração de clones de *Eucalyptus* do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 129-137, jan-fev. 2005.

DUARTE, F. A. S. **Avaliação da madeira de *Betula pendula*, *Eucalyptus globulus* e de híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* destinadas à produção de polpa celulósica Kraft**. 2007. 107 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais), Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

SANTOS, C. R. **Métodos não-convencionais para determinação de celulose como parâmetro de seleção de árvores matrizes visando a produção de polpa Kraft-AQ**. Piracicaba, 2000. Dissertação de Mestrado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2000.

MORAIS, P. H. D. **Efeito da idade da madeira de eucalipto na sua química e polpabilidade, e branqueabilidade e propriedades físicas da polpa**. 2008. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

TRUGILHO, P.F. et al. Qualidade da madeira de clones de espécies e híbridos naturais de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**, n. 73, p. 55-62, março 2007.