



INFLUÊNCIA DO LOCAL DE CRESCIMENTO NAS CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DE CLONES DE EUCALIPTO

Thais Pereira FREITAS¹, José Tarcísio da Silva OLIVEIRA¹, Wagner Davel CANAL²

¹ Departamento de Ciência Florestal e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, Brasil.

² Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.

Resumo: O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do local de crescimento nas características anatômicas da madeira de clones de eucalipto. A madeira do estudo é procedente de quatro clones (A, B, C e D) do híbrido *Eucalyptus grandis* versus *Eucalyptus urophylla*, com idade de 5 anos, provenientes de áreas de plantio da empresa Fibria Celulose S.A. em duas localidades, São Mateus – ES e no Sul da Bahia. A caracterização anatômica da madeira foi realizada nos discos do DAP de cada árvore, do qual, retirou-se corpos de prova na região do cerne periférico, zona de transição entre cerne e alburno, para realização das análises. Os parâmetros avaliados foram frequência vascular (n°/mm^2), diâmetro tangencial dos poros (μm), comprimento (μm) e largura da fibra (μm), diâmetro do lume (μm) e espessura de parede. O clone A foi o que menos sofreu influência do local de crescimento nas características anatômicas e portanto pode ser indicado para ambos os locais. A espessura da parede das fibras foi a característica anatômica menos influenciada pelo local de crescimento.

Palavras-chave: qualidade do sítio, variação, vasos, fibras.

Abstract: The objective of this study was to evaluate the site effect in the wood anatomical characteristics of eucalyptus clones. The wood studied came from four clones (A, B, C and D) of the hybrid *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* of five-year-old from planting areas of the company Fibria Celulose SA in two locations, São Mateus - ES and in southern Bahia. The wood anatomical characterization was held in DAP disks of each tree, which withdrew from specimens in the peripheral core region, the transition zone between heartwood and sapwood, to perform the analyzes. Were evaluated vascular frequency (number/ mm^2), tangential diameter of the pores (μm), length (μm) and fiber width (μm), lumen diameter (μm) and wall thickness. The clone A was the least influenced by site in the anatomical characteristics, so it can be indicated to both locations. The fiber wall thickness was the anatomical feature less affected by site.

Keywords: site quality, variation, vessels, fibers.

INTRODUÇÃO

O setor industrial de base florestal no Brasil e no mundo, tem sido marcado por um processo de utilização crescente de madeiras provenientes de reflorestamento, visando a preservação das florestas naturais e incentivo a implantação de florestas renováveis. O eucalipto se apresenta como grande alternativa para a produção de madeira, com grande



potencialidade como fornecedor de matéria-prima de qualidade para os diversos usos industriais (FERREIRA et al., 2008).

Originário da Austrália e da Indonésia, o eucalipto pertence ao gênero *Eucalyptus*, que reúne mais de 600 diferentes espécies. O gênero foi introduzido no Brasil no início do século passado, sendo o *E. saligna*, *E. urophylla* e *E. grandis* as espécies mais utilizadas no país. Em território brasileiro, o eucalipto encontrou ótimas condições de clima e solo para se desenvolver, com crescimento mais rápido que nos demais países e alto índice de produtividade (BINI, 2012).

O estudo anatômico da madeira tem importância no sentido de avaliar e diagnosticar o comportamento da madeira, pois sabe-se que as características anatômicas mudam de espécie para espécie, entre espécies e dentro de uma mesma árvore. Portanto, a anatomia é um elemento fundamental para qualquer emprego industrial que se pretenda destinar à madeira (COSTA, 2001).

As características da madeira são resultantes da interação entre o potencial hereditário da árvore e as condições ambientais. Os fatores ambientais influenciam na variabilidade da madeira, pois estão relacionados com a taxa de crescimento da árvore, que por sua vez, irão refletir na atividade cambial e na anatomia do lenho. Dessa forma o crescimento de árvores em condições adversas de solo, topografia e clima podem refletir na estrutura anatômica da madeira (BRITO, 1983; VILLAR et al., 1997; RIGATTO et al., 2004).

No Brasil, por ser um país tropical, com grande variedade de condições edafoclimáticas, aumenta-se o interesse de produzir uma matéria-prima o mais homogênea possível, e deseja-se ainda, que os clones sofram o mínimo efeito nas suas características tecnológicas em razão do sítio utilizado (GOUVEA, et al., 2012).

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do local de crescimento nas características anatômicas da madeira de quatro clones de eucalipto.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Ciência da Madeira (LCM), do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (DCF/CCA/UFES), situado no município de Jerônimo Monteiro, Sul do Estado do Espírito Santo.

A madeira do estudo é procedente de quatro clones (A, B, C e D) do híbrido *Eucalyptus grandis* versus *Eucalyptus urophylla*, com idade de 5 anos, provenientes de áreas de plantio da empresa Fibria Celulose S.A. em duas localidades, São Mateus – ES e no Sul da Bahia. Para cada clone, em cada local, foram coletadas cinco árvores, totalizando uma amostragem de 40 árvores.

A caracterização anatômica da madeira foi realizada nos discos do DAP de cada árvore, do qual, retirou-se corpos de prova na região do cerne periférico; zona de transição entre cerne e albúrnio, para realização das análises.

Para a mensuração dos vasos, os corpos de prova foram retirados com dimensões de 1,0 x 1,5 x 2,0 cm, nas direções radiais, tangenciais e longitudinais, respectivamente. Estas amostras foram amolecidas após serem fervidas em água à temperatura de ebulição, e em seguida fixadas em micrótomo de deslize, para obtenção de cortes histológicos com espessura variando de 18 a 20µm dos planos transversal e longitudinal tangencial, e posteriormente foram montados em lâminas temporárias, utilizando glicerina e água destilada na proporção de 1:1. Foram realizadas fotomicrografias dos planos nas lâminas temporárias, por meio de



uma câmera fotográfica digital acoplada a um microscópio óptico comum. E com auxílio de um sistema de análises de imagem provido do “software”, foi possível mensurar a frequência vascular (n°/mm^2) e diâmetro tangencial dos poros (μm).

Na dissociação dos elementos anatômicos para mensuração das fibras, foi utilizado o método proposto por Nicholls e Dadswell descrito por Ramalho (1987) e para as mensurações das fibras, foram seguidas as recomendações da norma COPANT (1974).

Os parâmetros avaliados foram o comprimento (μm) largura da fibra (μm) e diâmetro de lume (μm), obtidos diretamente, e a espessura de parede, que foi calculada pela seguinte

relação: $Ep = \frac{L - DL}{2}$, onde L representa o diâmetro da fibra e DL o diâmetro do lume.

Todos os dados obtidos foram tabulados em planilhas do software Excel e então foram realizados cálculos estatísticos descritivos como média, desvio padrão e coeficiente de variação. Para avaliar o grau de significância dos índices calculados, foi realizada a análise de variância com teste F a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores médios e o coeficiente de variação da frequência e do diâmetro dos elementos de vaso na região do cerne periférico na altura do DAP, para os quatro clones do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, aos 5 anos de idade.

Tabela 1. Valores médios e coeficiente de variação (CV) para os parâmetros dos elementos de vasos dos quatro clones/local avaliados.

Clone	Local	Vasos	
		Diâmetro tangencial (μm)	Frequência vascular (n°/mm^2)
A	São Mateus	86,26^{ns} (40,54)	8,82^{ns} (87,25)
	Sul da Bahia	91,68 (39,30)	8,39 (21,93)
B	São Mateus	83,62^{**} (43,06)	8,38^{**} (28,85)
	Sul da Bahia	106,19 (38,71)	6,50 (29,30)
C	São Mateus	91,56[*] (41,19)	10,15[*] (22,93)
	Sul da Bahia	104,48 (36,99)	8,78 (24,48)
D	São Mateus	105,20^{ns} (36,63)	7,98[*] (22,27)
	Sul da Bahia	96,52 (41,11)	9,92 (28,90)

* - Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t. ** - Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t. ns – Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t. O valor entre parênteses corresponde ao coeficiente de variação em %.

Verifica-se que no Sul da Bahia foram obtidos os maiores valores médios de diâmetro tangencial para os clones B e C, que apresentaram diferença estatística nesta característica. Já



para a frequência vascular, nenhum dos sítios destacou-se por apresentar os maiores valores médios para todos os clones.

Para todos os clones, o local com maior diâmetro tangencial, sempre proporciona a menor frequência vascular, indicando que estas duas características, são inversamente proporcionais. Essa relação foi melhor evidenciada para o clone B, em que as árvores da região do Sul da Bahia foram àquelas que obtiveram a o maior diâmetro tangencial (106,19 μm) e conseqüentemente uma menor frequência vascular (6,50 vasos/ mm^2) dentre os clones estudados. Este mesmo comportamento foi encontrado por Barbosa (2013), ao estudar a qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* cultivados em cinco regiões do estado de Minas Gerais para produção de celulose.

Dentre os quatro clones estudados, o clone A, foi o único que não apresentou diferença estatística para ambos os parâmetros avaliados dos elementos de vasos, destacando-se então, por ser para esta característica, o clone mais estável as variações do ambiente. O clone D, também não apresentou diferença estatística para o diâmetro tangencial de vaso. Já os clones B e C, foram os clones que mais sofreram influência do local para as características dos vasos, apresentando diferença estatística para ambos os parâmetros avaliados.

Os clones A, B, C e D apresentaram uma variação de 6,28%, 26,99%, 14,11% e 8,25% respectivamente, nos valores de diâmetro tangencial entre os dois sítios, e de 4,88%, 22,43%, 13,50% e 24,31%, respectivamente, nos valores de frequência vascular, mostrando que o clone A, apresentou os menores valores de variação entre os sítios, o que é favorável.

As dimensões dos vasos são características relacionadas à qualidade da matéria prima, e o seu interesse na produção da polpa celulósica, está relacionado ao processo de impregnação dos cavacos, uma vez que estes exercem papel fundamental. Foelkel (2009) ao descrever o efeito dos elementos de vasos nas utilizações papeleiras de eucaliptos, diz que vasos grandes e numerosos são indesejados na fabricação dos papéis de impressão, pois esses elementos sujam as máquinas impressoras, ao serem arrancados da superfície das folhas de papel. Além disso, estragam a qualidade da impressão, deixando marcas conhecidas por vessel picks.

A frequência de vasos está relacionada com a porosidade da madeira, que relaciona-se com a densidade, e influencia na penetração dos adesivos na madeira e conseqüentemente na qualidade de colagem da madeira (Iwakiri, 2005). Segundo Albino et al. (2012), a dimensão do diâmetro do vaso pode facilitar a entrada do adesivo na célula fazendo com que este interaja com a mesma e forme uma maior aderência entre os dois elos e, conseqüentemente, a ligação se torna mais forte e aumenta a resistência ao esforço de cisalhamento. Porém, vasos com dimensões de diâmetro muito altas podem ocasionar linha de cola faminta e, conseqüentemente, baixa resistência ao produto colado.

Os resultados da análise morfológica das fibras estão apresentados na Tabela 2.

Quanto a caracterização das fibras, o clone A também se destacou como aquele que menos sofreu influência do local de crescimento nas características anatômicas, apresentando diferença estatística apenas para o parâmetro de diâmetro do lume, e portanto pode ser indicado para ambos os locais.

Os clones A, B, C e D apresentaram espessura da parede média de 4,92 μm , para ambos os sítios. Portanto o sítio não influenciou significativamente na espessura da parede das fibras. Os clones B e D, em ambos os sítios, foram os que apresentaram os maiores valores de espessura de parede.

A variação nas dimensões das fibras e a sua morfologia, afetam os processos de fabricação do papel. Wimmer et al. (2002) estudando o efeito das características da madeira na propriedade da polpa e do papel em clones de *Eucalyptus globulus*, verificou que o



comprimento da fibra teve uma relação forte e diretamente proporcional com a resistência ao rasgo, rigidez, permeabilidade e rendimento da polpa, e uma relação inversamente proporcional com o consumo de álcali ativo.

O diâmetro do lume geralmente também está relacionado com a espessura de parede da fibra, de forma que para uma mesma espécie, células com maiores diâmetros de lume, normalmente, tendem a terem menores espessuras de parede. Essa relação foi melhor evidenciada para o clone A, no Sul da Bahia, apresentando o maior valor médio de diâmetros de lume (11,09 μ m) e menor de espessura de parede (4,54 μ m), dentre os clones estudados.

Tabela 2. Valores médios da morfologia das fibras para os quatro clones/local avaliados.

Clone	Local	Fibras			
		Comprimento (μ m)	Largura (μ m)	Diâmetro Lume (μ m)	Espessura Parede (μ m)
A	São Mateus	875,32^{ns} (15,47)	19,16^{ns} (13,96)	9,68* (22,87)	4,74^{ns} (15,08)
	Sul da Bahia	897,96 (17,03)	20,16 (14,68)	11,09 (24,22)	4,54 (15,70)
B	São Mateus	914,98^{ns} (17,66)	19,49* (15,33)	9,35^{ns} (27,47)	5,07^{ns} (16,59)
	Sul da Bahia	983,20 (16,52)	20,87 (13,74)	10,30 (26,61)	5,28 (18,60)
C	São Mateus	807,93** (15,69)	19,21^{ns} (16,16)	9,85^{ns} (33,33)	4,68^{ns} (14,83)
	Sul da Bahia	948,71 (15,34)	18,89 (14,07)	9,26 (27,63)	4,82 (17,09)
D	São Mateus	982,79** (16,91)	20,69** (14,02)	10,33* (27,28)	5,18^{ns} (14,14)
	Sul da Bahia	851,48 (18,35)	18,28 (14,35)	8,21 (34,39)	5,03 (15,48)

* - Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t. ** - Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t. ns – Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t. O valor entre parênteses corresponde ao coeficiente de variação.

Na produção de carvão, é importante considerar que a espessura de parede das fibras influencia diretamente na densidade e no grau de alteração volumétrica e indiretamente nas propriedades energéticas da madeira, visto que, se as fibras tiverem a parede celular espessa haverá, dessa forma, volume satisfatório de biomassa para sustentar uma combustão duradoura (SANTOS, et al., 2011).

Em relação à influência da largura e ao comprimento da fibra na qualidade de colagem, quanto maior a largura, maior será a penetração do adesivo na célula e, consequentemente, maior será a adesão entre os dois substratos e maior será a resistência da linha decola ao esforço de cisalhamento (ALBINO et al., 2012).

CONCLUSÃO

O Brasil possui grande variedade de condições edafoclimáticas, e dessa forma, para garantir a produção de uma matéria prima mais homogênea possível, destaca-se positivamente



o clone A pois foi o que sofreu o menor efeito do local de crescimento nas características anatômicas de sua madeira, e pode ser indicado para ambos os locais.

O local com maior diâmetro tangencial, apresentou menor frequência vascular indicando que estas duas características, são inversamente proporcionais.

Entre as características anatômicas avaliadas, a espessura da parede das fibras foi a menos influenciada pelo local de crescimento e não apresentou diferença estatística entre os sítios em nenhum dos clones estudados.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Fibria Celulose S.A. pela disponibilidade do material de estudo e pelo apoio logístico de trabalho. Ao CNPq pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica para o primeiro autor e de Bolsa de Produtividade em Pesquisa para o segundo autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, V. C. S.; MORI, F.A.; MENDES, L.M. Influência das características anatômicas e do teor de extrativostotais da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden na qualidade da colagem. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 803-811, 2012.

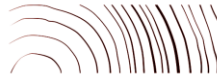
BARBOSA, T.L. **Qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* cultivados em cinco regiões do Estado de Minas Gerais para produção de celulose**, 2013, 126p. Dissertação (Mestrado) em Jerônimo Monteiro, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, 2013.

BINI, D. **Atributos microbianos e químicos do solo e da serapilheira em plantios puros e mistos de *Eucalyptus grandis* e *Acacia mangium***. 2012. 105f. Tese (Doutor em Ciências) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2012.

BRITO, J. O. **Influência da adubação mineral nas características dos anéis de crescimento da madeira de *P. caribaea* var. *bahamensis***. 113f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1983.

COMISSION PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS – **COPANT** – Descripción de características generales, macroscópicas de las maderas angiospermas dicotiledóneas. COPANT, v.30, p. 1-19, 1974.

COSTA, A. **Coletâneas de Anatomia da Madeira: a anatomia da madeira**. 2001. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFLLSsAB/apostilanatomia1>>. Acesso em: 21 de maio de 2015.



FERREIRA, A.R.; JOÃO, D.M.; GODOY, L.P. Utilização da matéria-prima eucalipto na indústria moveleira como estratégia para o desenvolvimento sustentável. In: Congresso Nacional de excelência em gestão, 4., 2008, Niterói. **Anais...** Niterói: Responsabilidade Socioambiental das Organizações Brasileiras. 2008.

FOELKEL, C. As fibras dos eucaliptos e as qualidades requeridas na celulose kraft para a fabricação de papel. **Eucalyptus Online Book and Newsletter**, 2007. Disponível em: <http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT03_fibras.pdf>. Acesso em: 26 maio 2015.

FOELKEL, C. Propriedades papelarias das árvores, madeiras e fibras celulósicas dos eucaliptos. **Eucalyptus Online Book and Newsletter**, 2009. Disponível em: <<http://www.atividaderural.com.br/artigos/5387779009df2.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2015.

GOUVEA, A.F.G.; GOMES, C.M.; MATOS, L.M.; SOUZA, T.A.; KUMABE, F.J.B.; BENITES, P.K.R.M. Efeito do sítio nas características tecnológicas da madeira de *Eucalyptus* para produção de celulose kraft. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 3, n. 2, p. 102-115, 2012.

IWAKIRI, S. (Ed.). **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005. 247 p.

RAMALHO, R. S. **O uso de macerado no estudo anatômico de madeiras**. Viçosa: UFV, 1987. 4p.

RIGATTO, P. A. **Influência dos atributos do solo sobre a produtividade e a qualidade da madeira de Pinus taeda para produção de celulose Kraft**. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) -Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

SANTOS, R.C.; CARNEIRO, A.C.O.; CASTRO, A.F.M.; CASTRO, R.V.O.; BIANCHE, J.J.; SOUZA, M.M.; CARDOSO, M.T. Correlações entre os parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de clones de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 221-230, 2011.

VILLAR, P.; CASTRO, P.; PÉREZ, P.; MONTSERRAT-MARTÍ, G. Stem xylem features in three *Quercus* (Fagaceae) species along a climatic gradient in NE Spain. **Trees - Structure and Function**, San Diego, v. 12, n. 2, p. 90-96, 1997.

WIMMER, BY R.; DOWNES, G. M.; EVANS. R.; RASMUSSEN G.; FRENCH J. Direct Effects of Wood Characteristics on Pulp and Handsheet Properties of *Eucalyptus globulus*. **Holzforschung**, Tasmania, Australia, v.56, n. 3, 2002.