

Densidade básica e dimensões de fibra de um clone de eucalipto cultivado em diferentes locais

Daiana Souza de Jesus¹

Rafael Nascimento Borges²

Jonas Santos Silva³

RESUMO

No Brasil, as espécies do gênero *Eucalyptus* são amplamente cultivadas em razão, principalmente, de sua boa capacidade de adaptação. Porém, existe a possibilidade de o comportamento fisiológico diferir entre plantas transplantadas para ambientes com características diferentes. O objetivo deste trabalho foi determinar a densidade básica da madeira e as dimensões das fibras de um clone de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com oito anos de idade, plantado em dois locais. Coletaram-se amostras de três árvores de cada um dos locais. A densidade básica média do sítio 1 foi de 0,556 g cm⁻³, enquanto a do sítio 2 foi 0,542 g cm⁻³. O comprimento e o diâmetro das fibras não apresentaram diferença significativa entre os sítios, porém, a espessura da parede e o diâmetro do lúmen da fibra apresentaram variação em razão do ambiente. Os índices de qualidade de fibra indicam que o material genético é adequado para a produção de celulose nos dois locais.

Termos para indexação: características edafoclimáticas, qualidade de fibra, variabilidade, madeira.

Basic density and fiber dimensions of a eucalyptus clone cultivated in different places

ABSTRACT

In Brazil, species of the genus *Eucalyptus* are widely cultivated mainly because of their good adaptability. However, there is the possibility that the physiological behavior differ between plants transplanted to environments with different characteristics. The objective of this work was to determine the basic wood density and fiber size of a eight-year-old *E. grandis* x *E. urophylla* clone planted in two locations. Samples of three trees were collected from each site. The basic density of site 1 showed 0.556 g cm⁻³ mean, and that of site 2 showed 0.542 g cm⁻³. The length and diameter of fibers did not show difference between sites; however, wall thickness and lumen diameter had a significant difference as a consequence of the environment. The fiber quality indices show that the genetic material is suitable for cellulose production at both sites.

Index terms: edaphoclimatic characteristics, fiber quality, variability, wood.

Ideias centrais

- Variabilidade da madeira de um mesmo clone plantado em diferentes locais
- Caracterização da madeira por meio da determinação da densidade básica e dimensões de fibras
- Índices de fibra para determinação da qualidade da madeira destinada à produção de celulose e papel

Recebido em
05/05/2019

Aprovado em
23/10/2019

Publicado em
06/12/2019



This article is published in Open Access under the Creative Commons Attribution licence, which allows use, distribution, and reproduction in any medium, without restrictions, as long as the original work is correctly cited.

¹ Engenheira Florestal, mestra em Ciências Florestais, doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. E-mail: daysouza9@hotmail.com.

² Engenheiro Florestal, mestrando do Programa de Pós-graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA. E-mail: rafa_nasges@hotmail.com.

³ Engenheiro Florestal, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA. E-mail: jonas-santos3@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

A utilização da madeira de plantas de *Eucalyptus* como matéria-prima está relacionada a características como a grande diversidade de espécies desse gênero, sua capacidade de adaptação a diversas condições de clima e solo, rápido crescimento, características silviculturais desejáveis (desrama natural, incremento, forma) e a possibilidade de seu uso para diversos fins.

Na indústria de papel e celulose, exige-se o conhecimento prévio das características estruturais anatômicas e da constituição química das espécies, para a seleção de clones com potencialidades na obtenção dos resultados esperados. A etapa de seleção de clones potenciais para a produção de polpa celulósica é muito importante para a eficiência do processo e qualidade do produto final. Portanto, são recomendados estudos quanto à densidade básica, à constituição química, às características estruturais anatômicas e, inevitavelmente, à qualidade da polpa celulósica e ao papel produzido (Gomide et al., 2010).

Diferentes fatores devem ser avaliados na determinação da qualidade da madeira para fins papéis, como fonte de matéria prima, processo de obtenção da celulose e propriedades desejadas do papel. Essas características são influenciadas diretamente pelas dimensões das fibras (comprimento, largura, espessura da parede e diâmetro do lume), cujas propriedades (e relações entre elas) são determinadas por índices, tais como o de Runkel, o de enfiamento, o coeficiente de flexibilidade e o da fração parede (Nisgoski et al., 2012).

A densidade básica está entre as características mais importantes da madeira, pois pode ser relacionada com outras propriedades, o que possibilita a predição das relações do uso dela para diversos fins. Essa propriedade é de fácil determinação e permite analisar, na matéria-prima, a “trabalhabilidade” e a relação custo/benefício para o desenvolvimento dos processos de produção. Essa propriedade pode ter influência de diversos fatores, entre os quais os aspectos edafoclimáticos do local de plantio (Gouvêa et al., 2011).

Considerada um dos parâmetros mais importantes da madeira, por sua facilidade de determinação, a densidade básica é também uma característica usada como critério para a determinação da utilização da madeira e, portanto, um parâmetro de avaliação da qualidade, relacionado aos diversos setores no mercado florestal (Mauri et al., 2015). Junto a outras características da madeira, como fuste de boa qualidade, maior volume e rápido crescimento, a densidade é um fator muito importante para a escolha das espécies selecionadas e destinadas aos programas de melhoramento para a indústria de celulose (Eleotério et al., 2015).

Oliveira & Silva (2003) afirmam que as alterações dos valores de densidade da madeira também podem ser influenciadas pelas fibras, pois o aumento da espessura da parede das fibras pode, por consequência, aumentar o valor da densidade. Mokfienski et al. (2008) avaliaram a densidade básica de espécies e híbridos de eucalipto e constataram uma correlação entre a densidade básica da madeira e a morfologia das fibras, ao observar que as árvores com menores densidades apresentavam maiores diâmetros e menores espessuras de fibras.

As árvores se comportam de diferentes formas conforme o meio em que estão inseridas, em que alguns fatores como tipo do solo e disponibilidade de água podem influenciar as características químicas e anatômicas (Roque & Tomazello Filho, 2009), o que justifica a realização de estudos que relacionam a condição dos sítios com as propriedades da madeira.

Em condições ambientais adversas ao crescimento das espécies florestais que geralmente apresentam deficiência hídrica, as baixas temperaturas e os solos de baixa fertilidade resultam em árvores com altas densidades de madeira, pois a atividade fisiológica e cambial das plantas é reduzida. No entanto, as árvores com baixas densidades da madeira estão relacionadas a ambientes que favorecem o crescimento com disponibilidade e boa distribuição hídrica e solos mais férteis (Roque & Tomazello Filho, 2009).

O conhecimento da interação do genótipo com o ambiente permite analisar quais as melhores áreas para o plantio, a produtividade quanto à massa de matéria seca por hectare e, ainda, fornece o suporte à estimativa econômica da floresta (Mauri et al., 2015).

Assim, o estudo de materiais genéticos plantados em diferentes locais é de grande relevância para se conhecer o efeito das variações ambientais sobre as propriedades da madeira e para se determinar a qualidade dela de acordo com o produto final.

O objetivo deste trabalho foi determinar a densidade básica da madeira e as dimensões e índices de qualidade de fibras de um clone do híbrido *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, com 8 anos de idade, plantado em dois locais com diferentes características edafoclimáticas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste estudo, coletaram-se amostras de seis árvores de um clone de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, aos oito anos de idade. As árvores eram oriundas de dois sítios localizados nos municípios de Inhambupe e Rio Real, na região nordeste da Bahia. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima dos locais é tropical quente e úmido; porém, esses sítios se diferenciam quanto ao tipo de solo e à taxa de precipitação. Os dados de precipitação foram coletados em uma estação meteorológica localizada in situ, e a análise e classificação de solo foi realizada pelo Laboratório de Solos da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização dos dois sítios de plantio do clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*.

| Sítio | Cidade | Latitude | Longitude | Solo | Precipitação anual (mm) |
|-------|-----------|-------------|-------------|--|-------------------------|
| 1 | Inhambupe | 11°56'6" S | 38°32'41" W | Argissolo Vermelho-amarelo, espessarênico, textura arenosa/média | 900 |
| 2 | Rio Real | 11°37'38" S | 38°48'17" W | Argissolo Amarelo distrófico, textura arenosa/média | 1300 |

Escolheram-se árvores com um diâmetro médio dentro do plantio, tendo-se coletado três árvores por ambiente. A altura comercial foi definida como aquela cujo diâmetro com a casca do fuste chegasse a 6 cm. A amostragem da madeira nas árvores foi realizada em dois discos de madeira das posições longitudinais base a 25, 50, 75 e 100% da altura comercial, tendo-se destinado um disco para a determinação da densidade básica da madeira e outro para a avaliação das dimensões das fibras (Figura 1). Após a retirada, os discos foram identificados, colocados em sacos de plástico e conduzidos ao laboratório.

Para a determinação da densidade básica da madeira e da casca, estabeleceu-se a relação entre a massa de matéria seca das amostras e seus respectivos volumes saturados, conforme a norma NBR 7190 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1997). Confeccionaram-se os corpos de prova com dimensões de 2x3x5 cm retirados no sentido radial do disco. A casca foi retirada por completo de todo o diâmetro de cada disco para que fossem realizadas as medições. O volume das amostras foi determinado pelo método de imersão em água e pesagem da água deslocada. Para a determinação da massa de matéria seca, as amostras foram secas em estufa a $105 \pm 2^\circ \text{C}$, até a obtenção de massa constante.

Utilizou-se o disco da base (0%) para a mensuração das dimensões das fibras. Analisaram-se três amostras de três posições diferentes dos discos: uma próxima da casca, outra próxima da medula, e outra na posição intermediária entre a medula e a casca.

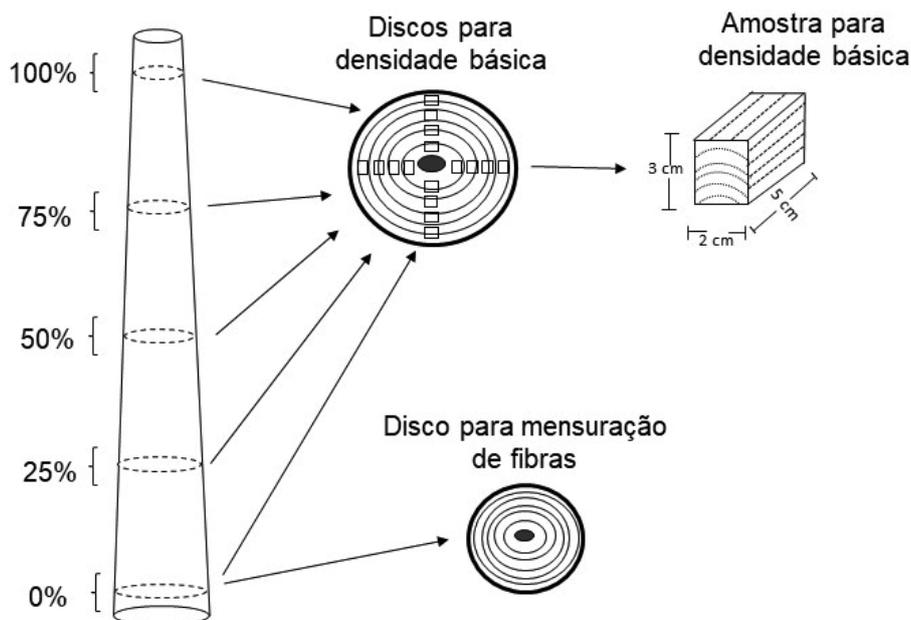


Figura 1. Esquema da coleta dos discos das árvores do clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*.

Pequenas lascas de madeira foram retiradas de cada ponto de amostragem. Essa madeira foi imersa em solução de peróxido de hidrogênio a 30% e ácido acético à proporção 1:1, dentro de frascos de vidro. Os frascos foram vedados e levados à estufa a 60° C, tendo permanecido ali por 24 horas até a individualização das fibras. Após essa etapa, as amostras foram lavadas em água corrente até a retirada completa da solução.

Após a individualização das fibras, montaram-se lâminas provisórias com o material imerso em glicerina e colorido com safranina. A mensuração das fibras foi realizada em microscópio óptico, em que se observaram o comprimento e o diâmetro de fibras e a espessura da parede (20 medições por amostra).

As análises estatísticas foram realizadas no pacote estatístico R (versão 3.3.2.) (R Core Team, 2016), pelo qual se aplicou a análise de variância, com 5% de probabilidade, para os fatores e suas interações. Quando constatadas diferenças significativas, aplicou-se o teste de Tukey para a comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à densidade básica da madeirai mostraram que os dois locais de plantio apresentaram médias com valores próximos. No sítio 1, o valor médio da densidade básica do clone foi de 0,556 g cm⁻³, enquanto no sítio 2, a média foi 0,542 g cm⁻³ (Tabela 2).

Apesar de diferenças nos números absolutos, o clone não apresentou variação estatisticamente significativa entre os locais de plantio para a densidade básica da madeira. Portanto, as densidades básicas dos indivíduos podem ser consideradas iguais do ponto de vista estatístico. Trugilho et al. (2007) estudando o efeito do ambiente no crescimento e nas características tecnológicas da madeira em clones do híbrido para produção de celulose, verificaram que a densidade básica teve pouca influência do ambiente, dos sete clones analisados, apenas dois clones apresentaram diferença significativa entre os locais de plantio. Porém, em outros trabalhos, como o de Fernandes et al. (2011), que estudando a interação entre genótipo x ambientes de híbridos de espécies de *Eucalyptus* com sete anos de idade, encontraram diferenças significativas entre os locais para as médias da densidade básica dos clones.

Tabela 2. Densidade básica da madeira e da casca do clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* com 8 anos de idade, plantado em dois locais.

| Árvore | Densidade (g cm ⁻³) | |
|---------------|---------------------------------|--------------|
| | Madeira | Casca |
| | Média (CV %) | Média (CV %) |
| 1 | 0,55 (3,74) | 0,34 (6,52) |
| 2 | 0,56 (4,62) | 0,33 (7,31) |
| 3 | 0,55 (2,56) | 0,33 (9,91) |
| Média sítio 1 | 0,56 (3,64)a | 0,33 (7,91)a |
| 1 | 0,54 (4,83) | 0,32 (11,96) |
| 2 | 0,55 (7,46) | 0,31 (6,11) |
| 3 | 0,53 (11,20) | 0,31 (5,45) |
| Média sítio 2 | 0,54 (7,83)a | 0,31 (7,84)a |

Valores médios seguidos de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

Gomide et al. (2005) ao realizarem um estudo com clones de *Eucalyptus* encontraram valores de densidade básica variando de 0,465 a 0,490 g cm⁻³. Estes valores foram inferiores aos obtidos no presente estudo, que apresentou uma variação de 0,490 a 0,570 g cm⁻³ de densidade básica da árvore.

Nos dois locais de plantio também foram observados valores próximos referentes à média densidade básica da casca, no sítio 1 a média foi 0,332 g/cm⁻³ e no sítio 2 obteve 0,315 g/cm⁻³. Valores seguem dentro da faixa para a densidade básica da casca para as espécies de eucalipto, que variam entre 0,240 a 0,400 g/cm⁻³ (Foelkel, 2005). A média da densidade básica da casca do presente trabalho são superiores à média encontrada por Duarte (2007), que em seu trabalho ao avaliar a qualidade da madeira do *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* com seis anos de idade, apresentou média de 0,209 g/cm³ para densidade básica.

Para comprimento das fibras do clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, foi observada média de 0,97 mm para o sítio 1 e de 0,99 mm para o sítio 2 (Tabela 3). Valores similares foram encontrados por Evangelista et al. (2010) com comprimento de fibra de 0,95 mm para a madeira de *Eucalyptus urophylla* aos seis anos de idade, Gomide et al. (2005) que encontraram valor médio de comprimento de 0,99 mm, para clones de *Eucalyptus* e Trugilho et al. (2007), que obtiveram média de 0,94 mm de comprimento de fibra da madeira de *E. grandis* x *E. urophylla*, aos seis anos.

Tabela 3. Dimensões das fibras do clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* com oito anos de idade, plantado em dois locais.

| Árvore | Comprimento da fibra (mm) | Espessura da parede (µm) | Largura da fibra (µm) | Diâmetro do lúmen (µm) |
|------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|
| | Média (CV %) | Média (CV %) | Média (CV %) | Média (CV %) |
| 1 | 0,98 (17,01) | 4,27 (27,90) | 22,79 (11,79) | 14,25 (28,59) |
| 2 | 0,93 (14,37) | 5,40 (28,14) | 23,50 (16,99) | 12,71 (29,48) |
| 3 | 1,00 (13,82) | 4,50 (29,47) | 22,17 (18,63) | 13,17 (34,05) |
| Média do Sítio 1 | 0,97 (15,07)a | 4,72 (28,50)a | 22,82 (15,80)a | 13,38 (30,71)a |
| 1 | 1,03 (17,72) | 4,13 (25,42) | 22,79 (11,44) | 14,54 (25,22) |
| 2 | 1,04 (17,07) | 4,56 (28,03) | 21,75 (11,65) | 12,63 (31,66) |
| 3 | 0,88 (22,65) | 4,10 (25,47) | 21,50 (21,43) | 13,29 (28,66) |
| Média do Sítio 2 | 0,99 (19,15)a | 4,26 (26,30)b | 22,01 (14,80)b | 13,49 (28,51)a |

Valores médios seguidos de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; CV, coeficiente de variação. Trugilho et al. (2007) encontraram valores inferiores aos obtidos para largura da fibra e espessura da parede com valores médios de 16,38 e 2,21 µm, respectivamente, e valores próximos para o diâmetro do lume, com média de 11,61 µm, para *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* com densidade básica de 0,50 g cm⁻³ e seis anos de idade.

Sabe-se também que a densidade básica da madeira está associada a espessura da parede celular, conforme pode ser constatado na árvore 2, no sítio 1, que apresentou a maior densidade básica ($0,560 \text{ g cm}^{-3}$) e também maior espessura da parede ($5,4 \mu\text{m}$). Para o comprimento da fibra e o diâmetro do lúmen não foi observada diferença significativa entre os sítios, no entanto a espessura da parede e a largura da fibra apresentaram variações significativas.

Para classificação da qualidade da madeira para celulose e papel as relações entre as dimensões das fibras são, muitas vezes, mais relevantes do que os valores de suas dimensões isoladas. Para tal são utilizados índices de classificação das fibras, dentre os principais estão índice de enfiamento (IE), coeficiente de flexibilidade (CF%), fração parede (FP%) e índice de Runkel (IR) (Miranda & Castelo, 2012).

Entre os índices de qualidade de fibras do lenho avaliados, para o índice de enfiamento não houve diferença significativa entre os sítios, demonstrando que há influência do ambiente sobre esta variável (Tabela 4). Os demais índices não diferiram significativamente entre si.

Tabela 4. Valores médios e teste de comparação para os índices de qualidade de fibras do clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, aos oito anos de idade, nos diferentes locais de crescimento.

| Local | IE (CV) | CF (CV) | FP (CV) | IR (CV) |
|---------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Sítio 1 | 42,00a (21,45) | 57,14a (26,49) | 42,86a (35,32) | 0,75a (83,47) |
| Sítio 2 | 45,00b (21,87) | 62,50a (22,26) | 37,50a (37,09) | 0,60a (90,25) |

IE, índice de enfiamento; CF, coeficiente de flexibilidade (%); FP, fração parede (%); IR, índice de Runkel. Valores médios seguidos de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV, coeficiente de variação.

Os valores médios do índice de enfiamento e do coeficiente de flexibilidade, que fornecem informação a respeito da flexibilidade das fibras e, conseqüentemente, de sua capacidade de entrelaçamento, foram respectivamente 42,00 e 57,14%, no sítio 1, e 45,00 e 62,50%, no sítio 2. Resultados semelhantes foram encontrados por Rocha et al. (2004) que, em seu estudo sobre *Eucalyptus grandis* com sete anos de idade, obtiveram valor médio de IE e CF de 48,92 e 59,20%, respectivamente.

A fração parede está associada à facilidade de colapso e flexibilidade para ligação das fibras, e valores acima de 60% para este índice não são desejáveis, uma vez que as fibras são classificadas como muito rígidas, e a ligação entre elas fica prejudicada (Foelkel, 1977). O valor médio de FP (%) do presente estudo foi de 42,86 %, para o sítio 1, e 37,50%, para o sítio 2, que estão dentro do valor desejável e essas madeiras podem, portanto, ser indicadas para a produção de papéis de imprimir e escrever, uma vez que para papéis absorventes seriam interessantes valores maiores.

Os valores médios do índice de Runkel, observados no presente estudo, foram de 0,75 e 0,60 para os sítio 1 e sítio 2, respectivamente, e estão na faixa de classificação de uma fibra considerada boa para a fabricação de papel. Valores acima de 1,5 não são recomendados, pois este índice está associado à rigidez da fibra, pois, quanto maior o seu valor, mais rígida será a fibra e, conseqüentemente, não ocorrerá uma boa formação da folha de papel, que terá menor resistência (González et al., 2014).

CONCLUSÕES

O clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, plantado em dois locais, não apresentou variação estatisticamente significativa quanto à densidade básica da madeira e da casca, característica que é pouco influenciada pela variação dos ambientes do estudo.

De maneira geral, verificou-se que, entre as características das fibras avaliadas, a espessura de parede foi a mais influenciada pelo ambiente, seguida da largura da fibra, enquanto o diâmetro

do lúmen foi a característica que apresentou o menor efeito do local em seus valores, em todas as posições estudadas e no valor médio.

Pelos resultados dos índices de qualidade de fibra estudados, conclui-se que o clone avaliado apresenta características adequadas para a produção de celulose e papel nos dois locais de cultivo. O índice de enfiamento foi o único que apresentou diferença significativa entre os sítios, e seu valor médio mais elevado ocorreu no sítio 2.

A ausência de diferença significativa nas propriedades avaliadas mostra a capacidade de adaptação e o desenvolvimento do clone do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, em ambientes com variações edafoclimáticas moderadas.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeiras. Rio de Janeiro, 1997.
- 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. 107p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- ELEOTÉRIO, J.R.; REICHERT, D.; HORNBURG, K.F.; MENEGUELLI, I. Massa específica e retratibilidade da madeira de seis espécies de eucalipto cultivadas no litoral de Santa Catarina. **Revista Floresta**, v.45, p.329-336, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5380/rf.v45i2.34699>.
- EVANGELISTA, W.V.; SILVA, J. de C.; LUCIA, R.M.D.; LOBO, L.M.; SOUZA, M.O.A. de. Propriedades físico-mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake no sentido radial e longitudinal. **Ciência da Madeira**, v.1, p.1-19, 2010. DOI: <https://doi.org/10.12953/2177-6830.v01n02a01>.
- FERNANDES, D.E.; GOMIDE, J.L.; COLODETTE, J.L.; FERREIRA, M.Z. Influência da produtividade de clones híbridos de eucalipto na densidade da madeira e na polpação Kraft. **Scientia Forestalis**, v.39, p.143-150, 2011.
- FOELKEL, C.E.B. Casca da árvore do eucalipto: aspectos morfológicos, fisiológicos, florestais, ecológicos e industriais, visando a produção de celulose e papel. **Eucalyptus Online Book and Newsletter**, ed.1, 2005.
- FOELKEL, C.E.B. **Estrutura da madeira**. Belo Oriente: Cenibra, 1977. 84p.
- GOMIDE, J.L.; COLODETTE, J.L.; OLIVEIRA, R.C. de; SILVA, C.M. Caracterização tecnológica, para produção de celulose, da nova geração de clones de *Eucalyptus* do Brasil. **Revista Árvore**, v.29, p.129-137, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000100014>.
- 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, p.339-344, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000200017>.
- GONÇALEZ, J.C.; SANTOS, G.L. dos; SILVA JUNIOR, F.G. da; MARTINS, I.S.; COSTA, J. de A. Relações entre dimensões de fibras e de densidade da madeira ao longo do tronco de *Eucalyptus urograndis*. **Scientia Forestalis**, v.42, p.81-89, 2014.
- GOUVÊA, A. de F.G.; TRUGILHO, P.F.; GOMIDE, J.L.; SILVA, J.R.M. da; ANDRADE, C.R.; ALVES, I.C.N. Determinação da densidade básica da madeiras de *Eucalyptus* por diferentes métodos não destrutivos. **Revista Árvore**, v.35, p.349-358, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000200019>.
- MAURI, R.; OLIVEIRA, J.T. da S.; TOMAZELLO FILHO, M.; ROSADO, A.M.; PAES, J.B.; CALEGARIIO, N. Wood density of clones of *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* in different conditions of growth. **Revista Floresta**, v.45, p.193-202, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5380/rf.v45i1.34114>.
- MIRANDA, M.C. de; CASTELO, P.A.R. Avaliações anatômicas das fibras da madeira de *Parkia gigantocarpa* Ducke. **Ciência da Madeira**, v.3, p.80-88, 2012. DOI: <https://doi.org/10.12953/2177-6830.v03n02a07>.
- MOKFIENSKI, A.; COLODETTE, J.L.; GOMIDE, J. L. CARVALHO, A.M.M.L. A importância relativa da densidade da madeira e do teor de carboidratos no rendimento de polpa e na qualidade do produto. **Ciência Florestal**, v.18, p.401-413, 2008. DOI: <https://doi.org/10.5902/19805098451>.
- NISGOSKI, S.; MUÑIZ, G.I.B. de; TRIANOSKI, R.; MATOS, J.L.M. de; VENSON, I. Características anatômicas da madeira e índices de resistência do papel de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake proveniente de plantio experimental. **Scientia Forestalis**, v.40, p.203-211, 2012.
- OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista Árvore**, v.27, p.381-385, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000300015>.
- R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2016.

ROCHA, F.T.; FLORSHEIM, S.M.B.; COUTO, H.T.Z. do. Variação das dimensões dos elementos anatômicos da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos sete anos. **Revista do Instituto Florestal**, v.16, p.43-55, 2004.

ROQUE, R.M.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da estrutura anatômica do lenho de árvores de *Gmelina arborea* em diferentes condições de clima e de manejo na Costa Rica. **Scientia Forestalis**, v.37, p.273-285, 2009.

TRUGILHO, P.F.; BIANCHI, M.L.; ROSADO, S.C. da S.; LIMA, J.T. Qualidade da madeira de clones de espécies e híbridos naturais de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**, n.73, p.55-62, 2007.
