

EFEITO DAS PROPRIEDADES DA MADEIRA NA SECAGEM AO AR LIVRE DE TORAS DE *Eucalyptus urophylla*

Aylson Costa Oliveira¹ (aylsoncosta@gmail.com), Bárbara Luísa Corradi Pereira¹, Welliton Lelis Cândido², Wagner Davel Canal², Mateus Alves Magalhães², Benedito Rocha Vital², Angélica de Cássia Oliveira Carneiro²

1 - Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

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

Resumo: O tempo de secagem natural para a madeira atingir umidade adequada é variável, dependendo das condições ambientais e características da madeira. O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência das propriedades da madeira na secagem ao ar livre de toras de *Eucalyptus urophylla*. Utilizou-se 9 árvores, com idade de 5 anos, seccionadas em toras de 1,5 m de comprimento, que posteriormente foram separadas em três classes de diâmetro: 8-12 cm; 12,1-16 cm e 16,1-20 cm. Avaliou-se em cada classe a porcentagem de casca, relação Cerne/Alburno (C/A), densidade básica, morfologia dos poros e permeabilidade da madeira. Verificou-se que a relação C/A foi influenciada pelo diâmetro da tora e a porcentagem média de casca foi igual a 7,94%. A frequência e diâmetro dos vasos foram influenciados pela região do tronco. Para a permeabilidade não houve efeito do diâmetro das toras, sendo verificado fluxo somente na região de alburno, enquanto que o cerne foi impermeável. Concluiu-se que se devem selecionar espécies ou clones que apresentem maiores proporções de madeira de alburno, visando favorecer a secagem da madeira, reduzindo o tempo de estoque.

Palavras-chave: Permeabilidade; Cerne/Alburno; Anatomia da Madeira.

Abstract: The natural drying time for the wood achieve adequate moisture is variable depending on environmental conditions and wood characteristics. The objective of this study was to evaluate the influence of the wood properties in natural drying of *Eucalyptus urophylla* logs. Nine trees, 5 years old, were cut into 1.5 meter long logs, which were separated into three diameter classes: 8-12 cm; 12.1-16 cm and 16.1- 20 cm. In each class of diameter, it was evaluated the percentage of bark, Heartwood/Sapwood ratio, wood density, pore morphology and permeability of wood. The heartwood / sapwood ratio was influenced by the diameter of the log. The average percentage of bark was 7.94%. The frequency and vessel diameter were influenced by the trunk (heartwood and sapwood). There was no influence of the diameter of the logs in their permeability. However, the air flow was observed only in the sapwood area while the heartwood was impermeable. It was concluded that species must be selected or clones which have higher proportions of sapwood, in order to facilitate drying of the wood, which will reduce the time stock.

Keywords: Permeability; Heartwood/Sapwood; Wood Anatomy

1. INTRODUÇÃO

A secagem da madeira de eucalipto é uma das fases mais importantes para a produção de carvão, proporcionando a redução da massa de água presente na madeira, diminuindo o custo com transporte, aumento do rendimento gravimétrico, redução no tempo de carbonização e da geração de finos (PINHEIRO, 2013).

A secagem ao ar livre ou natural é o principal método utilizado pelas empresas produtoras de carvão vegetal para a redução do teor de umidade da madeira anteriormente a sua carbonização. Segundo Zanuncio et al. (2013), esse método apresenta baixo custo, mas requer longo período de tempo para se obter o teor de umidade desejado. Na secagem ao ar livre, as toras de eucalipto são empilhadas no campo, próximas às áreas de colheita, expostas aos fatores climáticos do local, como temperatura, umidade relativa do ar e circulação do ar.

No início do processo de secagem, a perda de água é bastante rápida, pois a madeira apresenta umidade elevada, acima do ponto de saturação na forma de água livre. À medida que a umidade vai aproximando-se da umidade de saturação das fibras, em torno de 30%, a perda de água torna-se mais difícil e conseqüentemente a secagem torna-se mais lenta (JANKOWSKY, 1990). O tempo de secagem da madeira destinada à produção de carvão, normalmente varia entre 90 e 150 dias, ou seja, após a colheita das árvores, a madeira colhida deve ficar estocada durante esse período para atingir valores adequados de umidade, em média 30% (CARNEIRO e OLIVEIRA, 2013). Contudo, os autores ressaltam que o tempo de secagem ou o teor de umidade dependem das condições ambientais da época do ano e do local em que se realiza a colheita e de características inerentes da madeira, dentre as quais, destacam-se as dimensões da tora e estrutura anatômica.

Logo, conhecendo a influência das características da madeira, pode-se propor alterações na condução da secagem natural, otimizando o tempo de permanência no campo, visto que as condições ambientais locais não podem ser alteradas. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito das propriedades da madeira, relação cerne/alburno, densidade básica, diâmetro e frequência dos poros e permeabilidade na secagem natural de toras de *Eucalyptus urophylla* destinadas à produção de carvão vegetal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As toras de madeira utilizadas nesse estudo foram colhidas em um plantio de *Eucalyptus urophylla*, com idade de 5 anos, cultivados em espaçamento de 3 x 2 m, localizados na cidade de Viçosa-MG.

Foram coletadas 9 árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) médio de 18 cm e altura média de 25 m. Cada árvore foi seccionada em toras com 1,5 m de comprimento até o diâmetro mínimo de 8 cm. Posteriormente, determinou-se as circunferências da base e topo das toras para cálculo do diâmetro médio e realizou-se a separação em 3 classes de diâmetro, sendo o número e a frequência em cada classe diamétrica apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Diâmetro mínimo e máximo, número de toras de *Eucalyptus urophylla* e frequência por classe diamétrica

Classe Diamétrica	Centro de Classe (cm)	Diâmetro (cm)		Frequência	
		Mínimo	Máximo	Nº Toras	%
1	10	8	12	58	40,85
2	14	12,1	16	45	31,69
3	18	16,1	20	39	27,46
Total				142	100

A Classe 1 foi composta pelas toras obtidas na parte superior das árvores; a Classe 2 pelas toras obtidas na região intermediária da altura da árvore e a Classe 3 pelas toras obtidas mais próximas à base das árvores.

De cada classe de diâmetro foram selecionadas aleatoriamente 5 toras para a retirada de amostras para a determinação da porcentagem de casca, relação Cerne/Alburno (C/A), densidade básica, análise morfológica dos poros e permeabilidade da madeira.

2.1. Determinação das propriedades da madeira

De cada tora foram seccionados 3 discos, de 5 cm de espessura, para a determinação da porcentagem de casca e relação cerne/alburno (C/A). Para determinação da porcentagem de casca, mediu-se a circunferência do disco com casca e sem casca, sendo calculada segundo a Equação 1:

$$\% \text{ Casca} = \frac{\text{Acc} - \text{Asc}}{\text{Acc}} * 100 \quad (1)$$

Sendo: Acc: Área Seccional com casca, em cm²; Asc: Área Seccional sem casca, em cm².

Os procedimentos utilizados para determinação da relação cerne/alburno (C/A) estão de acordo com a metodologia descrita por Evangelista (2007). Inicialmente, com o auxílio de uma lupa com aumento de dez vezes, identificou-se, em cada disco, a região do cerne periférico, região limite entre cerne e alburno, observando-se a alteração na cor e ocorrência de poros obstruídos por tilos no cerne.

Em cada disco foram traçadas duas diagonais perpendiculares entre si e passando pela medula. Foi medido o diâmetro total e o diâmetro do cerne com uma régua de 0,1 cm de precisão. A relação cerne/alburno (C/A) foi calculada através da Equação 2:

$$C/A = \frac{D_c^2}{D^2 - D_c^2} \quad (2)$$

Sendo,

Dc: Diâmetro do cerne, em cm; D: Diâmetro do disco sem casca, em cm.

Para determinação da densidade básica foram selecionados 2 discos de cada tora, retirando-se duas cunhas opostas em cada disco. Em cada cunha realizou-se a separação do cerne e alburno para determinação da densidade básica de cada região que foi determinada pelo método de imersão em água, de acordo com a norma ABNT NBR 11941 (ABNT, 2003).

Para medição do diâmetro e da frequência de poros foram utilizadas amostras da região do cerne e do alburno de um disco retirado de cada uma das 5 toras selecionadas por classe de diâmetro.

Os cortes anatômicos realizado no plano transversal foram feitos com espessura média de 16 μm , utilizando um micrótomo de deslize horizontal. Com o auxílio do *software* Axio-Vision 4.3, foram realizadas as medições do diâmetro de 30 poros para cada região (cerne e alburno) e a frequência foi mensurada em 5 micrografias por região (IAWA, 1989).

Para determinação da permeabilidade da madeira ao ar atmosférico, foram utilizadas amostras das regiões de cerne e alburno provenientes de 5 toras de cada classe de diâmetro. Inicialmente, os toretes foram cortados em peças com dimensões de 3 x 3 cm e comprimento variável, realizando-se a separação das peças provenientes das regiões de cerne e alburno. Em seguida, as peças foram torneadas até atingir 2 cm de diâmetro e, por fim, foram cortadas com 5 cm de comprimento. As laterais das amostras foram impermeabilizadas com selador e parafina para evitar a passagem de ar transversalmente.

A permeabilidade foi determinada através da metodologia descrita por Baraúna (2010) com modificações. O equipamento utilizado para o ensaio da permeabilidade ao ar atmosférico era dotado de quatro rotômetros conectados em série nas seguintes escalas e sequência: 0,04 a 0,5 LPM (Litros Por Minuto); 0,2 a 2,5 LPM; 0,4 a 5,0 LPM e 2,0 a 25,0 LPM. A leitura de vazão de ar foi obtida pelo rotômetro de menor escala.

Para determinar a permeabilidade, os corpos-de-prova foram colocados em um dispositivo, em que, uma das extremidades estava ligada aos medidores de vazão e a outra extremidade ligada a uma bomba de vácuo, onde se aplicava uma sucção de ar, a 0,1035 atm. Para cada corpo-de-prova, coletaram-se os valores de vazão de ar pela amostra e a pressão de saída indicada pela bomba de vácuo. Esses valores foram coletados quando o fluxo se tornou constante, o qual foi, em média, 30 segundos após o acionamento da bomba de vácuo.

A determinação da permeabilidade gasosa da madeira de *Eucalyptus urophylla* foi realizada, seguindo a lei de Darcy, através da Equação 3 descrita a seguir:

$$K_g = \frac{Q \cdot L \cdot P_i}{A \cdot \Delta P \cdot P_m} \quad (3)$$

Sendo,

K_g : permeabilidade ao gás ($\text{cm}^3/\text{cm} \cdot \text{atm} \cdot \text{s}$); Q : volume do fluxo de gás que percorre a espécie (cm^3/s); L : comprimento da amostra (cm); P_i : pressão de entrada na amostra (ambiente), (atm); A : área da seção transversal (cm^2); ΔP : diferença de pressão (atm); P_m : média da pressão no corpo-de-prova (atm).

2.2. Delineamento estatístico

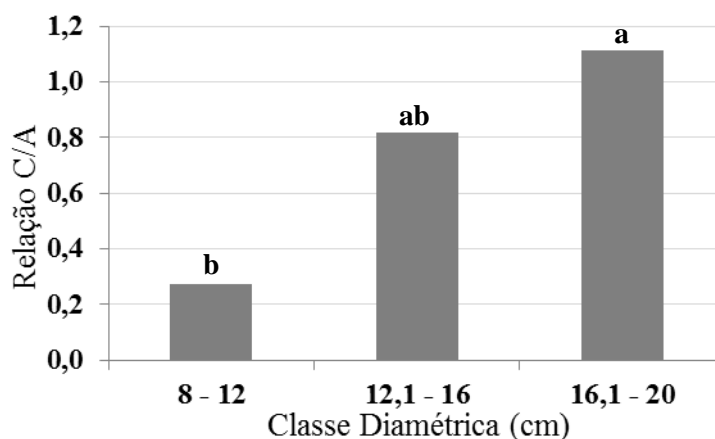
Para avaliar a porcentagem de casca, a relação cerne/alburno e a permeabilidade da madeira, considerou-se um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos (classes diamétricas), em cinco repetições, totalizando 15 unidades amostrais.

Para avaliar o efeito das diferentes regiões do tronco (cerne e alburno) e classes diamétricas na densidade da madeira, frequência e diâmetro dos vasos, considerou-se um delineamento inteiramente casualizado, em que foram comparadas duas regiões da madeira e três classes diamétricas, com cinco repetições, totalizando seis tratamentos e 30 observações.

Os dados foram submetidos aos testes de Lilliefors para testar a normalidade e de Cochran para testar a homogeneidade das variâncias e, em seguida, submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando observadas diferenças significativas, os tratamentos foram comparados entre si, por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade e 95% de significância. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa Statistica 8.0 (2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição das médias da relação Cerne/Alburno (C/A) para as diferentes classes diamétricas: Classe 1, diâmetros de 8 a 12 cm; Classe 2, diâmetros de 12,1 a 16 cm; Classe 3, diâmetros de 16,1 a 20 cm, é apresentada na Figura 1. Os valores obtidos variaram de 0,28 a 1,11.



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Figura 1. Relação Cerne/Alburno (C/A) para madeira de *Eucalyptus urophylla* em diferentes classes de diâmetro.

De acordo com a Figura 1, observa-se um aumento da relação C/A para as toras de madeira de maior diâmetro. As toras pertencentes à Classe 3, obtidas mais próximas à base da árvore, apresentaram maior relação C/A, igual a 1,11, enquanto que o menor valor, 0,28, foi encontrado para a Classe 1. Os valores encontrados nesse trabalho estão de acordo com o verificado por Pinheiro (2013), que ao determinar as propriedades da madeira de *Eucalyptus urophylla*, aos 5 anos de idade, no sentido base-topo, verificou a redução do valor da relação C/A à medida que se aumentava a altura da árvore. A autora observou valor igual a 1,36 para toras obtidas a 0% de altura e 0,20 para as toras obtidas a 100% da altura total comercial das árvores avaliadas.

Segundo Evangelista et al. (2010), toras de madeira de menor diâmetro e obtidas nas partes superiores das árvores possuem menor quantidade de cerne e maior de alburno, conseqüentemente, menores relações C/A, pois apresentam maior proporção de madeira mais jovem, que ainda não foram cernificadas.

Para otimização da secagem da madeira, devem-se buscar espécies ou clones que apresentem maior proporção de madeira de alburno em relação à madeira de cerne, ou seja,

menor relação C/A. O cerne constitui a região impermeável do tronco, enquanto que no alburno os vasos não estão obstruídos, facilitando o fluxo de gases e líquidos, favorecendo a saída de água da madeira de eucalipto.

A análise de variância (ANOVA) da porcentagem de casca para os diferentes diâmetros mostrou que não houve efeito significativo. A porcentagem média de casca para as classes diamétricas foi igual a 7,94%, com valores compreendidos entre 7,31 e 9,55%. Mauri (2010), avaliando clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, aos 6 anos, encontrou valores de porcentagem de casca variando de 11,02 a 17,61%. Ressalta-se que o percentual de casca varia com a idade da árvore e com a espécie ou clone. Rezende et al. (2010) e Pinheiro (2013), afirmaram que a presença de casca teve maior influência na perda de água pela madeira nas primeiras semanas de secagem e que a diferença no teor de umidade torna-se menos acentuada, transcorrido maior tempo de secagem, quando a umidade das toras aproxima-se de 30%.

Não foi observado efeito significativo a 5% de probabilidade da classe diamétrica e região do tronco (cerne e alburno) para a densidade básica da madeira de *Eucalyptus urophylla*. A densidade básica média foi igual a 0,45 g/cm³, com valores mínimo e máximo, respectivamente, iguais a 0,34 e 0,51 g/cm³. De acordo com Pereira et al. (2012), para produção de carvão vegetal valores de densidade básica da madeira maiores que 0,50 g/cm³ são recomendados, visando assim, a obtenção de carvão mais denso.

No entanto, menores valores de densidade da madeira favorecem o processo de secagem por apresentar maior conteúdo de espaços vazios, representado pelos lumes dos vasos e fibras. Enquanto que na árvore viva provocará maior acúmulo de água no tronco, refletindo no elevado teor de água no momento da colheita, durante a secagem, a baixa densidade associada à alta permeabilidade da madeira apresentará elevada taxa de saída de água, reduzindo o tempo necessário para a secagem.

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios de frequência (%) e diâmetro (µm) dos vasos da madeira para as diferentes regiões do tronco: cerne e alburno. Ao nível de 5% de probabilidade, não houve efeito significativo da classe diamétrica sobre o diâmetro e frequência dos vasos, sendo significativas somente as regiões de cerne e alburno.

Tabela 2. Valores médios de frequência (%) e diâmetro (µm) dos vasos da madeira de *Eucalyptus urophylla* na região de cerne e alburno

Frequência dos vasos (%)		Diâmetro dos vasos (µm)	
Cerne	Alburno	Cerne	Alburno
13,11 a	8,45 b	94,87 b	128,92 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha para cada fator não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

De acordo com a Tabela 2, observa-se que a região de cerne apresentou maior frequência média (13,11%) e menor diâmetro médio dos vasos (94,87 µm), enquanto que para a madeira da região do alburno, a frequência média observada foi menor, 8,45% e o diâmetro médio maior, igual a 128,92 µm. Diversos trabalhos (EVANGELISTA et al., 2010; PINHEIRO, 2013) relatam a tendência de redução da frequência dos vasos e aumento do seu diâmetro no sentido medula-casca para madeira de eucalipto.

Maiores frequências dos vasos associadas aos maiores diâmetros seriam interessantes para a secagem da madeira em tora, pois favoreceriam a movimentação da água, facilitando a

saída de água da madeira. No entanto, a maior frequência dos vasos foi observada para a madeira de cerne (Tabela 2), que devido à obstrução por tilose é impermeável ao fluxo de água. Em relação ao diâmetro dos vasos, verificou-se a ocorrência dos maiores diâmetros no alburno, que associado à permeabilidade dessa região, favorece o fluxo de água no interior da madeira, o que consequentemente, elevará a velocidade de secagem.

Assim, devem-se selecionar espécies ou clones que apresentem maior proporção de madeira de alburno, mesmo essa região apresentando menor frequência de poros, pois, a permeabilidade à passagem de líquidos associada aos maiores diâmetros médios dos vasos favorecerem a saída de água da madeira, resultando em menores tempos de secagem.

Para a determinação da permeabilidade da madeira de *Eucalyptus urophylla* em diferentes classes diamétricas, não foi possível obter amostras para a região de cerne para a Classe 1 (diâmetros de 8 a 12 cm), pois essas apresentavam madeira tanto da região de alburno quanto da medula o que afetaria os resultados obtidos. Para as Classes 2 e 3, não houve fluxo gasoso nas amostras de madeira da região do cerne, sendo, portanto, a permeabilidade igual a 0 cm³/cm.atm.s, confirmando a impermeabilidade do cerne de eucalipto. Segundo (SILVA, 2007), a ocorrência de tilos e extrativos que se depositam nas células do cerne, obstruindo parcial ou totalmente o lume dos vasos, impedem ou reduzem o fluxo de gases ou líquidos (SILVA, 2007). Ressalta-se que durante o preparo das amostras e análise morfológica dos componentes anatômicos, observou-se a presença de tilos no lume dos vasos da região do cerne.

Os vasos da região de alburno não apresentaram obstrução, logo, observou-se fluxo gasoso nas amostras obtidas nessa região da madeira, independente da classe diamétrica. De acordo com a análise de variância (ANOVA), não houve efeito significativo da classe de diâmetro sobre a permeabilidade da madeira na região de alburno, sendo verificado o valor médio igual a 469,54 cm³/cm.atm.s, com valores variando de 396,53 a 523,76 cm³/cm.atm.s.

A permeabilidade da madeira da região de alburno para *E. urophylla* foi superior ao verificado por Pinheiro (2013), que obteve valor médio de 216,97 cm³/cm.atm.s para alburno de *Eucalyptus urophylla* aos 5 anos de idade. Provavelmente, a maior permeabilidade observada nesse trabalho deve-se a variação genética e consequente diferenças anatômicas entre os materiais avaliados. A presença de maiores diâmetros dos vasos contribui para o fluxo gasoso na madeira, aumentando sua permeabilidade. Enquanto Pinheiro (2013) observou diâmetro médio dos vasos igual a 108,80 µm, o diâmetro médio dos vasos presente no alburno para a madeira avaliada neste trabalho foi de 128,92 µm.

Assim como verificado nesse trabalho, Silva (2007) e Pinheiro (2013) ao avaliarem a permeabilidade da madeira de eucalipto, constataram que entre as regiões de cerne e alburno, a passagem de fluídos (ar ou água) ocorre somente no alburno. Logo, visando o menor tempo de secagem da madeira de eucalipto, deve-se optar pelas espécies ou clones que apresentam maior proporção de madeira de alburno, ou seja, madeira com menor relação C/A.

A permeabilidade influencia a saída de água do interior da madeira durante a secagem, que se inicia logo após a colheita da árvore. Toras de madeira com maior proporção de madeira de alburno em relação à madeira de cerne, ou mesmo maior valor de permeabilidade do alburno apresentarão maior facilidade de saída de água, refletindo em menores períodos de secagem. Além disso, o processo de secagem da madeira em tora também será influenciado pelas dimensões das peças, visto que, quanto maior o caminho a ser percorrido pela água até a superfície da madeira, maior será o tempo de secagem. Assim, além da região e permeabilidade da madeira, o diâmetro das toras deve ser avaliado.

4. CONCLUSÕES

As propriedades anatômicas e físicas da madeira influenciam na movimentação da água, afetando o processo de secagem natural das toras de *Eucalyptus urophylla*.

Visando menores tempos de secagem, devem-se selecionar espécies ou clones que apresentem maiores proporções de madeira de alburno, visto que sua permeabilidade e maiores diâmetros dos vasos influenciarão a secagem da madeira, favorecendo a saída de água.

5. AGRADECIMENTOS

LAPEM e LPM/UFV; CAPES; CNPq; FAPEMIG/SECTES/Polo de Excelência em Florestas; EMBRAPA Florestas; Grupo Temático em Carvão Vegetal - G6.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941: Madeira: determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

BARAÚNA, E. E. P. Permeabilidade das madeiras de Amapá (*Brosimum parinarioides* Ducke) e Faveira (*Parkia gigantocarpa* Ducke). 2010. 69 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

CARNEIRO, A. C. O.; OLIVEIRA, A. C. Produção Sustentável de Carvão Vegetal. 1 ed. Viçosa: SIF, 2013. v.1. 39p.

EVANGELISTA, W. V. Caracterização da madeira de clones de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, oriunda de consórcio agrossilvipastoril. 2007. 120p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

EVANGELISTA, W. V.; SILVA, J. C.; VALLE, M. L. A.; XAVIER, B. A. Caracterização anatômica quantitativa da madeira de clones de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. 2010. *Scientia Forestalis*, Piracicaba-SP, v. 38, n. 86, p. 273-284, 2010.

IAWA COMMITTEE. List of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bulletin, Leuven, v. 10, n. 2, p. 219-332, 1989.

JANKOWSKY, I. P. Fundamentos de secagem de madeiras. Piracicaba: ESALQ, 1990. 13p.

MAURI, R. Anatomia e densidade do lenho de clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, com variação de altitude e de topografia, no estado de Minas Gerais. 2010. 117p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro-ES, 2010.

II CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Belo Horizonte - 2015



II Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira
Belo Horizonte - 20 a 22 set 2015



PEREIRA, B. L.C.; OLIVEIRA, A. C.; CARVALHO, A. M. M. L.; CARNEIRO, A. C. O.; SANTOS, L.C.; VITAL, B. R. Quality of wood and charcoal from *Eucalyptus* clones for ironmaster use. 2012. International Journal of Forestry Research, v. 1, n. 2, p. 1-8, 2012.

PINHEIRO, M. A. Influência das dimensões da madeira na secagem e nas propriedades do carvão vegetal. 2013. 80p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2013.

REZENDE, R. N.; LIMA, J. T. PAULA, L. E. R.; FARIA, A. L. R. Secagem ao ar livre de toras de *Eucalyptus grandis* em Lavras, MG. 2010. Cerne, Lavras, v.16, Suplemento, p. 41-47, 2010.

SILVA, M. R. Determinação da permeabilidade em madeiras brasileiras de florestas plantadas. 2007. 120 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, 2007.

STATSOFT INC. Statistica data analysis system version 8.0. Tulsa: Statsoft Inc., 2007.

ZANUNCIO, A. J. V.; MONTEIRO, T. C.; LIMA, J. T.; ANDRADE, H. B.; CARVALHO, A. G. Drying biomass for energy use of *Eucalyptus urophylla* and *Corymbia citriodora* Logs. 2013. BioResources, v.8, n. 4, p. 5159-5168, 2013.