

## **INFLUÊNCIA DAS DIMENSÕES DA MADEIRA DE *Eucalyptus urophylla* NO PROCESSO DE SECAGEM**

Laura V. L. LIMA\*<sup>1</sup>, Ana Márcia M. L. CARVALHO<sup>2</sup>,  
Marcia A. PINHEIRO<sup>3</sup>, Lucas F. FIALHO<sup>1</sup>, Ingrid R. DORIGUETTO<sup>1</sup>, Felipe S. BASTOS<sup>1</sup>,  
Marcos O. PAULA<sup>2</sup>, Clarissa G. FIGUEIRO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Graduando(a) em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa – UFV

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa – UFV

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa – UFV

\*E-mail: lauravitoria13@hotmail.com.br

**RESUMO:** O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do diâmetro na secagem natural da madeira. Foi utilizada madeira de *Eucalyptus urophylla*, aos cinco anos de idade, provenientes de um plantio localizado no município de Viçosa, MG. O experimento foi instalado utilizando-se toretes com e sem casca, em três classes diamétricas e três comprimentos. Os toretes foram dispostos em uma estrutura a 0,60 metros do chão, dentro de um galpão coberto. Determinou-se a umidade inicial dos toretes e o acompanhamento da secagem se deu através de pesagens semanais durante todo período de observação. Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando estabelecidas diferenças entre eles, aplicou-se o teste Tukey em nível de 95% de significância. Os toretes ficaram expostos às condições de secagem até que os mesmos atingissem um teor de umidade de aproximadamente 30%. O diâmetro, o comprimento e a casca afetaram significativamente a secagem da madeira, sendo que as madeiras de menores comprimentos associados a menores diâmetros e a ausência de casca perderam maior umidade ao longo do tempo de secagem.

Palavras-chave: Secagem, madeira, eucalipto.

## **INFLUENCE OF *Eucalyptus urophylla* WOOD DIMENSIONS IN THE PROCESS OF DRYING**

**ABSTRACT:** *This study was conducted to evaluate the effect of diameter on the natural drying of wood. It was used *Eucalyptus urophylla*, to five years of age, from a plantation located in Viçosa, MG. The experiment was conducted using short logs with and without bark, in three diameter classes and three lengths. Logs were arranged in a structure 0.60 meters from the ground, inside a covered shed. It was determined the initial moisture of the bolts, and the monitoring of drying was through weekly weigh all observation period. The data were submitted to analysis of variance, and when established differences between them, we applied the Tukey test at 95% significance level. The short logs were exposed to drying conditions until they reached approximately a 30% moisture content. The diameter, length and the shell significantly affect the drying of wood, wherein the wood of smaller lengths associated with smaller diameters and the absence peel higher moisture lost during the drying time.*

*Key words: Drying, wood, eucalyptus.*

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil consome internamente toda a sua produção de madeira em tora proveniente de florestas plantadas. As principais espécies utilizadas nesse tipo de plantio pertencem aos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, sendo este último detentor de 78,4 % da área plantada no ano de 2011, segundo dados da ABRAF (2012). Essa matéria-prima é destinada ao processamento industrial de diversos segmentos do mercado doméstico. As cadeias de alto consumo de madeira em tora são pela ordem, as dos produtores de celulose e papel, siderurgia a carvão vegetal, vindo em seguida os segmentos de madeira serrada, compensados, painéis de madeira industrializada e móveis (ABRAF, 2012).

Nos processos de beneficiamento, segundo Andrade (2000), a secagem é uma etapa de grande importância, pois proporciona vantagens, como a melhoria das características de trabalhabilidade, a utilização da madeira para diversas finalidades e a redução da movimentação dimensional e da possibilidade de ataque de fungos.

Segundo Rosso (2006) devido as variações de umidade no interior da madeira de eucalipto, aliados a sua própria constituição anatômica, que dificulta muito a saída de umidade do seu interior, esse gênero pode ser considerado de difícil secagem.

Vital *et al.* (1985), estudando a secagem ao ar livre de toras de *Eucalyptus grandis*, aos 5 anos de idade, em Viçosa, MG, observaram que a redução de umidade em função do tempo é afetada pelo diâmetro das toras e presença de casca. As toras sem casca atingiram 23% de umidade média após 175 dias de secagem e as toras com casca atingiram 32%, assumindo-se uma umidade inicial de 129%. A presença de casca teve maior influência na perda de umidade em relação à madeira sem casca, nas quatro primeiras semanas de secagem.

Diante do exposto, buscou-se neste trabalho avaliar o efeito das dimensões das toras de madeira de Eucalipto na sua velocidade de secagem obtendo curvas de secagem da madeira em função da classe de diâmetro, comprimento e da presença ou ausência de casca

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Painéis e Energia da Madeira – LAPEM – e no Laboratório de Propriedades da Madeira – LPM – do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, situada no município de Viçosa, Minas Gerais.

Utilizou-se madeira de *Eucalyptus urophylla*, com idade de 5 anos, cultivado em espaçamento 3x2m, localizados no município de Viçosa, região da Zona da Mata mineira. As árvores foram abatidas com motosserra e seccionadas em toras de aproximadamente 4 metros. As toras foram encaminhado para o Laboratório de Painéis e Energia da Madeira – LAPEM.

No laboratório foi determinada a circunferência da base e do topo de todas as toras e através dessas informações foi calculado o diâmetro médio. As toras foram separadas em grupos de acordo com sua classe de diamétrica.

De cada grupo foram selecionado aleatoriamente algumas toras, as quais foram cortadas em toretes com comprimentos 0,20; 0,40 e 0,60 m. Metade desse material permaneceu com casca e a outra metade foi descascada manualmente. Os comprimentos dos toretes foram definidos em função dos comprimentos de toras utilizadas em empresas produtoras de carvão vegetal. De cada tora selecionada para ser seccionada em toretes, foram retirados discos de aproximadamente 3 cm nas extremidades e na região central para a determinação da umidade inicial. A umidade foi determinada conforme a norma ABNT NBR

11941 (ABNT, 2003). Foi então, adotada a umidade média de cada disco como umidade inicial dos toretes, conforme metodologia adotada por Rezende (2009).

Todos os toretes de 0,20; 0,40 e 0,60 m de comprimento foram pesados individualmente em balança digital com capacidade de 20 kg e precisão de 0,001 kg. A partir dos valores de umidade dos discos e da massa inicial dos toretes, foi estimada a massa seca dos mesmos. Durante o período de secagem todos os toretes foram pesados semanalmente, e a partir dos dados de massa úmida e massa seca estimada, calculou-se a umidade de cada torete ao longo do tempo.

A secagem foi conduzida em um galpão coberto, onde foram monitoradas a umidade e temperatura do local através de relógio termo higrômetro. Os toretes ficaram dispostos em uma estrutura elevada do chão para que ocorresse uma maior circulação do ar entre eles.

Sabe-se que a secagem natural é afetada, principalmente pela temperatura, umidade relativa e circulação de ar. Para reduzir esses efeitos sobre os tratamentos, o experimento foi conduzido em uma área experimental fechada, tendo a umidade relativa e temperatura monitoradas durante todo o período de avaliação. A variação da temperatura durante o período de secagem foi de 18,16 a 23,35°C e a umidade relativa do ar de 60,38 e 70,87%.

Os dados foram submetidos aos testes de Lilliefors, para testar a normalidade, e Cochran, para testar a homogeneidade das variâncias. Em seguida os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando estabelecidas diferenças significativas, aplicou-se o teste Tukey em nível de 5% de significância. Para avaliar o efeito do comprimento da madeira, classe diamétrica e a presença ou ausência de casca, no tempo de secagem foi instalado um experimento, seguindo um delineamento inteiramente casualizado. Para analisar a influência dos fatores estudados, presença de casca, comprimento e diâmetro, no tempo de secagem, foi estimada uma equação para cada tratamento. Essas equações foram comparadas pelo teste de identidade de modelos, segundo Regazzi (1993), para avaliar se existe igualdade das tendências de perda de umidade em função do tempo de secagem. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos programas SAEG 9.1 (2007) e CurveExpert Basic 1.4.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os teores médios de umidade inicial da madeira com e sem casca em função da classe diamétrica.

Tabela 1 - Teores médios iniciais de umidade da madeira com e sem casca em função da classe diamétrica

<b>Parâmetros</b>	<b>Classe 1 (&lt;10cm)</b>	<b>Classe 2 (10-13cm)</b>	<b>Classe 3 (&gt;13cm)</b>
<b>Com casca</b>	86,49 %	81,45 %	85,47 %
<b>Sem casca</b>	76,86 %	72,56 %	76,59 %
<b>Percentagem de variação</b>	11,13 %	10,91 %	10,38 %

De modo geral, a madeira com casca apresentou maior umidade média inicial em relação à madeira sem casca. A casca também possui umidade o que pode ter contribuído para os maiores teores observados. A percentagem de variação de umidade entre a madeira com e sem casca, dentro de cada classe diamétrica foi semelhante, apresentando um valor médio de 10,81 %.

De acordo com os resultados de perda de umidade ao longo do tempo de secagem, o modelo matemático que melhor descreveu os efeitos dos tratamentos foi o modelo polinomial de segundo grau  $y = b_0 + b_1.X + b_2.X^2$ , em que:

$y$  = umidade;

$b_0$  = o valor de  $Y$  (umidade) quando o  $X$  (dias de secagem) é igual a zero, o que corresponde ao teor de umidade inicial das toras;

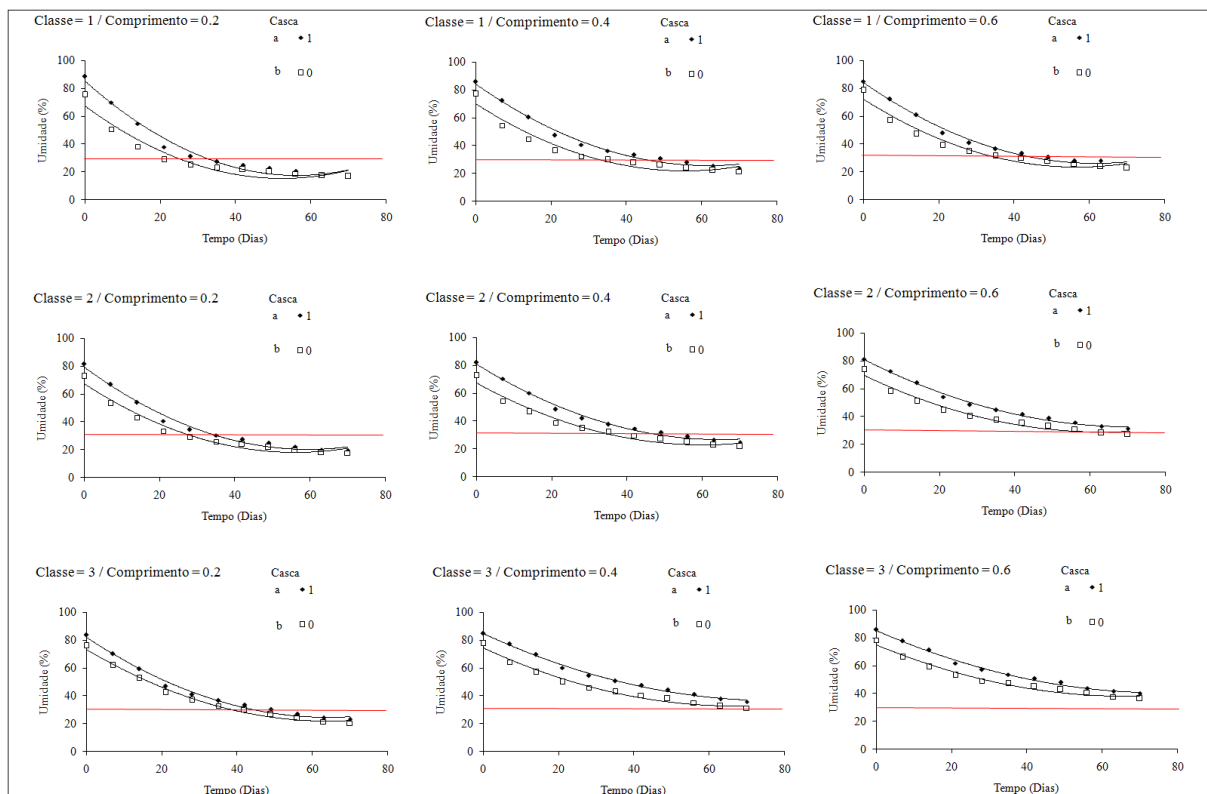
$b_1$  e  $b_2$  = parâmetros do modelo;

$X$  = número de dias de secagem.

As estimativas dos parâmetros  $b_0$ ,  $b_1$  e  $b_2$  para todas as curvas estão apresentadas nas Tabelas 1B, 2B e 3B, no Anexo 2. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) apresentou valores acima de 94 % para todas equações estimadas, desta forma, o modelo utilizado mostrou-se satisfatório no ajuste das equações.

Na Figura 1 estão apresentados os valores médios de umidade, observados e estimados durante o período de secagem em função da presença ou ausência de casca.

Verificou-se para todas as curvas, que o efeito da casca foi significativo a 95% de probabilidade pelo teste de identidade de modelos.



Curvas seguidas de mesma letra, em um mesmo gráfico, não diferem entre si pelo teste de identidade de modelos, a 95% de probabilidade. 0= Madeira sem casca; 1 = Madeira com casca

**Figura 1** - Valores médios de umidade da madeira observada e estimada, ao longo do período de secagem, em função da presença ou ausência de casca

A velocidade de secagem foi maior para a madeira sem casca, sendo observada uma diferença mais acentuada para madeira de menor diâmetro e comprimento, principalmente nos primeiros 14 dias de secagem.

A menor perda de água observada nos toretes de madeira com cascas se deve ao impedimento físico que a mesma oferece e também a redução da área superficial do lenho, afetando a saída da água. Além disso, a casca é mais impermeável que madeira, por conter muita suberina, conforme citado por Rezende (2009).

Observa-se que, de modo geral, as madeiras sem casca alcançaram à umidade próxima a umidade de saturação das fibras (USF), em torno de 30%, em um período de tempo menor do que as toretes com casca, conforme observado na Figura 1 A, sendo que os teores de umidade próximos a 30 % foram observados aos 21 dias de secagem para madeira sem casca e aos 35 dias para madeira com casca. Verificou, ainda, que após 40 dias de secagem, a diferença de perda de umidade entre as toretes com e sem casca foi menos acentuada. Mesmo efeito foi observado por Vital *et al.* (1985) que verificaram que madeira sem casca perde umidade mais rapidamente, porém com a proximidade do equilíbrio higroscópico, essa diferença é reduzida em relação a madeira com casca. Os mesmos autores verificaram que após noventa dias de secagem, as toras com casca apresentavam umidade média de 80%, enquanto a umidade das toras sem casca era de 51%, partindo-se de uma umidade inicial de 129%. A redução total de umidade no período foi de 50% para a madeira com casca e 79% para a sem casca.

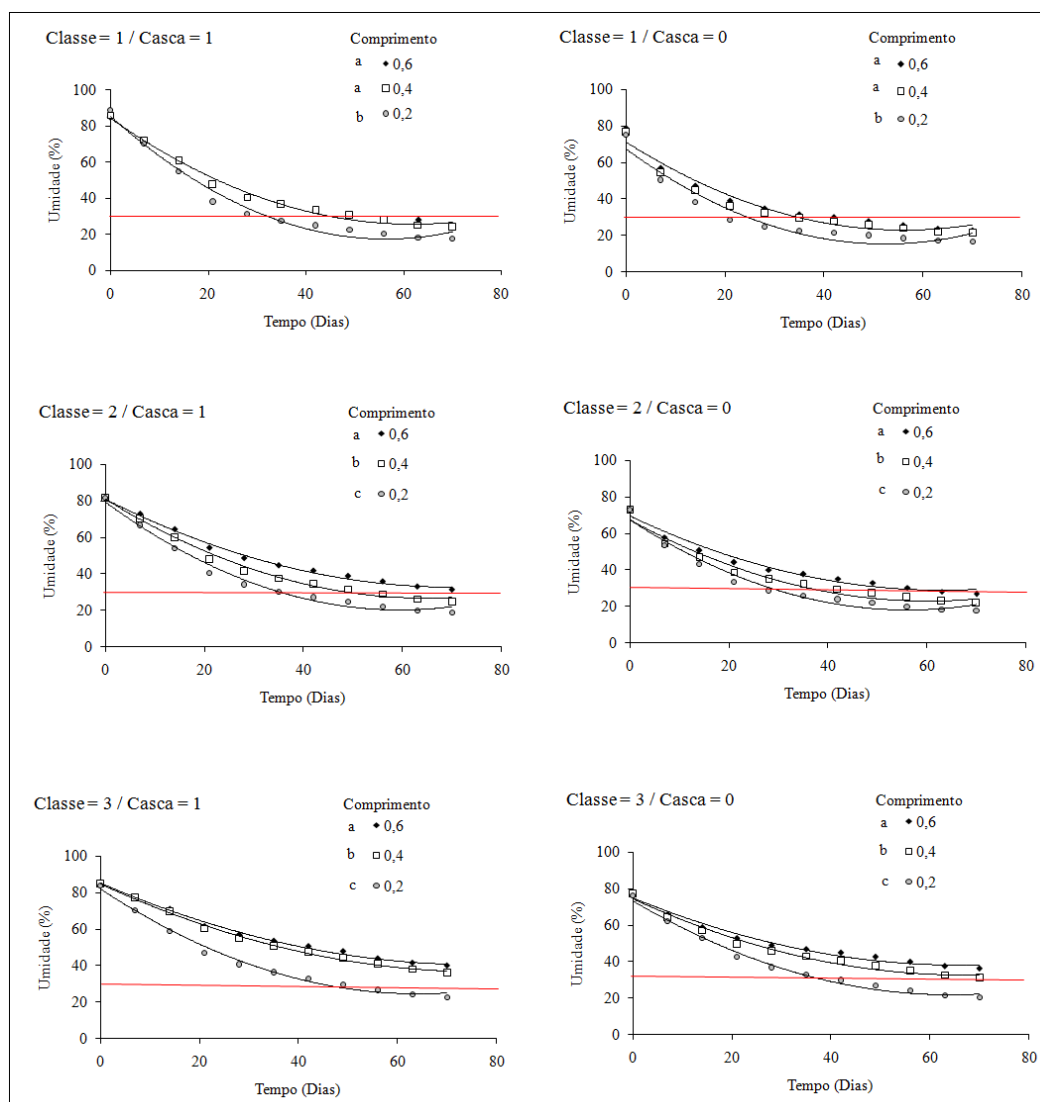
Vale ressaltar, que o descascamento é umas das operações mais onerosas e custosas durante o processamento da madeira. A redução do período de secagem da madeira sem casca, até a mesma atingir 30 % de umidade, desejado na produção de carvão vegetal, não apresentou diferença expressiva quando comparada com a madeira com casca. Deste modo, o descascamento da madeira no campo não se é uma opção atrativa para redução do tempo de secagem da madeira, devido aos custos envolvidos no processo e aos preços praticados do carvão vegetal nos dias atuais para o setor de ferro gusa.

Seixas *et al.* (2005), estudando o balanço energético e econômico do descascamento de toras de *Eucalyptus grandis* aos oito anos de idade, em Itatinga, SP, observaram que após 182 dias de secagem a umidade média passou de 132 para 49% para as toras com casca e de 108 para 38% para as toras sem casca.

Analisando a Figura 2, observa-se para a classe de diâmetro 1, tanto para a madeira com e sem casca, as curvas estimadas para os comprimentos 0,40 e 0,60 m não diferiram a 95% de probabilidade, pelo teste de identidade de modelos, sendo assim essas curvas, apresentaram similaridade para perda de umidade ao longo do tempo de secagem. Para as outras classes de diâmetro, tanto para as madeiras com e sem casca, o tempo de secagem em função do comprimento foi significativo, sendo mais acentuado na madeira de maior diâmetro, conforme observa-se na Figura 7E e 7F, e isso é devido a velocidade de movimentação da água na madeira que é cerca de 10 a 15 vezes maior na direção longitudinal que na transversal (MELLADO, 2007), uma vez que, os elementos anatômicos da madeira se encontram dispostos na direção longitudinal favorecendo a saída de água. Além disso, quanto maior o diâmetro da tora, maior o percurso a ser percorrido pelas moléculas de água, do interior da madeira até a sua superfície. De modo geral, verificou-se que as madeiras com menores comprimentos secaram mais rápido. A madeira de 0,20 m de comprimento, classe diâmetro 1, atingiu a umidade próxima a 30 % em um menor intervalo de tempo quando comparadas com a madeira de 0,4 e 0,6 m, com casca e sem casca. De acordo com a Figura 2A (classe 1, com casca) a umidade próxima aos 30 % foi alcançada aos 28 dias, para madeira de 0,2 m e aos 49 dias para as madeiras de 0,40 e 0,60 m de comprimento, na figura 2B (classe 1, sem casca), aos 21 dias, para madeira de 0,20 m, 35 dias para madeira de 0,4 m e 42 dias para madeira de 0,60 m de comprimento. A maior perda de umidade observada na



madeira de menor comprimento possivelmente ocorreu em função da menor distância e tempo necessário ao escoamento da água no sentido longitudinal da madeira e sua maior área superficial (SIAU, 1971).

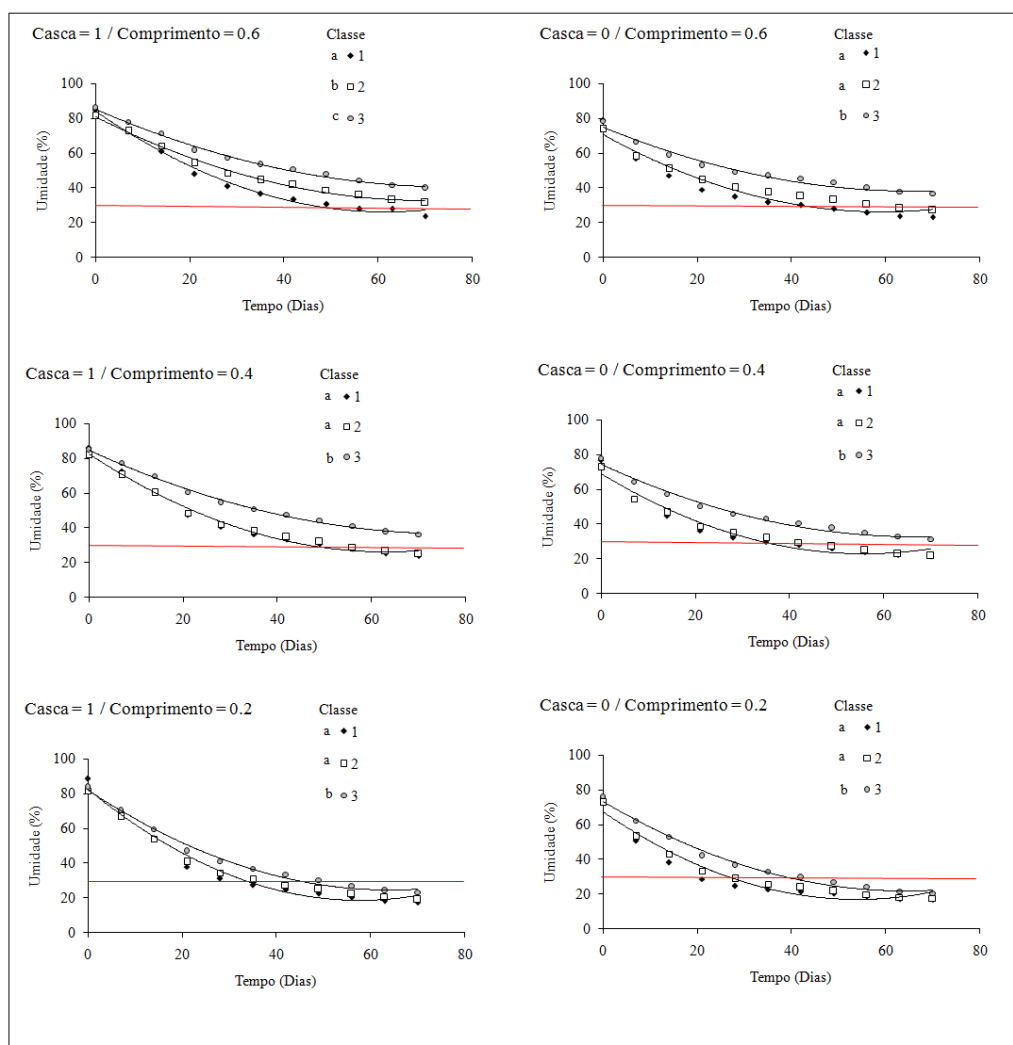


Curvas seguidas de mesma letra, em um mesmo gráfico, não diferem entre si pelo teste de identidade de modelos, a 95% de probabilidade. 0= Madeira sem casca; 1= Madeira com casca

**Figura 2** - Valores médios de umidade observada e estimada, ao longo do período de secagem, em função do comprimento da madeira.

Barros (2006) avaliando o fator de cubicação para madeira empilhada de *Eucalyptus grandis*, aos 11 anos de idade, em Santa Maria, RS, utilizou toras de dois comprimentos (1 e 2,30 m), e observou que ao final de 180 dias de secagem ao ar livre, as toras de 1 m apresentavam maiores perdas de umidade em relação as toras de 2,30 m, as médias foram de 39,12 e 30,86 %, respectivamente.

Na Figura 3 estão apresentados os valores médios de umidade, observados e estimados durante o período de secagem em função do diâmetro da madeira.



Curvas seguidas de mesma letra, em um mesmo gráfico, não diferem entre si pelo teste de identidade de modelos, a 95% de probabilidade. 0= Madeira sem casca; 1 = Madeira com casca

**Figura 3** - Valores médios de umidade observada e estimada, ao longo do período de secagem, em função do diâmetro da madeira.

Na Figura 3 observa-se que o efeito do diâmetro não foi significativo a 95 % de probabilidade pelo teste de identidade de modelos, entre as classes diamétricas 1 e 2, para as madeiras de 0,20 e 0,40 m, com e sem casca, e na madeira de 0,6 m sem casca. Verificou-se efeito significativo do diâmetro na madeira com casca e comprimento de 0,60 m. Nas demais curvas, a classe de diâmetro 3 foi significativamente diferente das classes de diâmetro 1 e 2.

A madeira de menor diâmetro aliado a ausência de casca e menor comprimento, atingiu a umidade próxima aos 30 % mais rapidamente que as demais, ou seja, em 21 dias, conforme observado na Figura 3B.

Para as madeiras com comprimento igual a 0,60 m, com e sem casca, (Figuras 3E e 3F) foi possível observar uma tendência de maior perda de umidade em função da redução do diâmetro do torete. Essa diferença possivelmente está associada a menor densidade e relação C/A, encontradas nas partes superiores do tronco da árvore, ressaltando que o menor diâmetro (classe 1), foi composta por toretes desta região. Vale ressaltar, também, que madeiras que apresentam menor densidade facilitam o movimento da água livre, que ocorre relativamente

mais rápido em função do grande volume de espaços nas cavidades celulares, por outro lado apresentam maiores quantidade de água livre. Marques (2008) observou que abaixo do PSF, quanto maior a densidade básica, maior o tempo de secagem, uma vez que madeiras mais densas, possuem células de paredes mais espessas com maior quantidade de água retida (água de adesão), cuja remoção se dá de forma mais lenta, por difusão. Maiores relações C/A implicam em maior área de cerne, região normalmente obstruída por tilos e impregnada por substâncias que diminuem a sua permeabilidade, e conseqüentemente, afetam a saída de água da madeira.

Segundo Vital *et al.* (1985) a secagem natural é influenciada pelo diâmetro da madeira, sendo que, quanto maior o diâmetro, maior será o percurso a ser percorrido pelas moléculas de água, do interior até a superfície da madeira.

Rezende (2009) estudando a secagem ao ar livre de toras de *Eucalyptus*, aos 8 anos de idade, em Lavras, MG, em duas classes diamétricas verificou que após 200 dias de secagem, as toras com casca da maior classe diamétrica apresentaram umidade média de 72%, enquanto as toras da menor classe estavam na faixa de 39% de umidade, com redução total de umidade em relação à inicial de 43 e 65%, respectivamente. Para as toras sem casca, a umidade média da classe de maior diâmetro foi de 55% (redução total de umidade em relação à inicial de 75%) enquanto para a classe de menor diâmetro foi de 30% (redução de 79%).

Na Tabela 2 podem ser observados os teores de umidade obtidos referente a cada período de avaliação durante o tempo de secagem. Observa-se também a proximidade da umidade de 30% em cada condição do torete avaliada.

Tabela 2 - Valores médios de umidade observados nos períodos de avaliação durante o tempo de secagem

Parâmetros do torete		Teor de umidade (%) ao longo do período de secagem											
Classe de diâmetro	Compr. (m)	Casca	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
1	0,20	0	75,2	50,5	38,1	28,6	24,6	22,6	21,4	20,0	18,5	17,1	16,6
		1	88,4	69,8	54,7	37,9	31,0	27,2	24,7	22,4	20,0	18,0	17,2
	0,40	0	76,8	54,3	44,7	36,2	32,2	29,6	27,7	25,8	23,8	22,0	21,3
		1	85,9	72,3	60,3	47,3	40,5	36,2	33,1	30,4	27,7	25,2	23,8
	0,60	0	78,6	56,8	47,1	38,9	34,7	31,5	30,0	27,8	25,6	23,5	22,7
		1	84,9	72,3	60,9	47,7	40,7	36,3	33,2	30,4	27,7	27,7	23,6
2	0,20	0	72,5	53,1	42,9	33,1	28,4	25,5	23,6	21,7	19,7	18,0	17,5
		1	81,5	66,7	53,9	40,4	34,2	30,2	27,2	24,6	22,1	19,9	18,9
	0,40	0	72,5	54,4	46,5	38,7	34,6	31,7	29,4	27,1	24,7	22,6	21,6
		1	81,9	70,4	60,1	48,3	41,8	37,6	34,5	31,7	28,8	26,3	24,7
	0,60	0	73,6	57,8	50,7	44,1	40,0	37,4	35,1	32,8	30,3	28,0	26,8
		1	81,1	72,6	64,2	54,0	48,4	44,4	41,5	38,6	35,6	32,8	31,1
3	0,20	0	75,9	61,7	52,6	42,1	36,6	32,6	29,5	26,5	23,7	21,3	20,1
		1	83,8	70,2	59,1	46,9	40,8	36,5	33,0	29,8	26,7	24,1	22,7
	0,40	0	77,5	64,1	56,9	49,8	45,7	42,8	40,3	37,7	34,9	32,5	31,0
		1	84,9	77,0	69,6	60,1	54,5	50,5	47,3	44,0	40,7	37,7	35,7
	0,60	0	78,3	66,1	58,8	52,9	48,9	46,9	44,9	42,7	39,9	37,6	36,3
		1	86,0	77,6	71,1	61,6	57,0	53,5	50,5	47,7	43,8	41,3	39,9

0 = Madeira sem casca, 1= Madeira com casca.



## 5. CONCLUSÕES

A separação da madeira por classe de diâmetro para secagem é uma prática que torna a este processo mais rápido e eficiente. Conforme os testes realizados as madeiras de menor diâmetro, associadas a menor comprimento e a ausência de casca atingem a umidade de 30% mais rapidamente que as demais.

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho para que o processo de secagem ocorra mais rápido, a madeira deve apresentar dentre outras características, menor diâmetro e comprimento, ausência de casca, alta permeabilidade e baixa relação cerne/alburno. As influências dos fatores inerentes ao ambiente também devem ser consideradas para se obter maior eficiência do processo.

## 6. AGRADECIMENTOS

A Deus, pela finalização deste trabalho!

A Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade.

A CAPES e a FAPEMIG pelo auxílio financeiro dado a este projeto.

Ao Laboratório de Propriedades da Madeira (LPM – DEF/UFV) e ao Laboratório de Painéis de Energia da Madeira (LAPEM – DEF/UFV) pela estrutura disponibilizada para realização desta pesquisa.

Aos estudantes de graduação de Engenharia Florestal que contribuíram para o desenvolvimento do trabalho

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. N. O eucalipto. 2. Edição Jundiaí: Cia Paullista de Estradas de Ferro, 1961. 667 p.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). Anuário estatístico da ABRAF 2012 ano base 2011. Brasília: ABRAF, 2012. 149 p.

BARROS, M. V. Fator de cubicação para madeira empilhada de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, com toretes de dois comprimentos, e sua variação com o tempo de exposição ao ambiente. 2006. 92 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006.

MARQUES, M. H. B. Agrupamento de 41 espécies de madeiras da Amazônia para secagem baseado em características anatômicas e físicas. 2008. 122p. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2008.

MELLADO, E. C. E. R. Modelo de transferência de calor e massa na secagem de madeira serrada de *Pinus*. 2007. 155p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2007.

REGAZZI, A. J. Teste para identificar a identidade de modelos de regressão e igualdade de alguns parâmetros num modelo polinomial ortogonal. Revista Ceres, v. 40, n. 228, p. 176-195, 1993.

REZENDE, R. N. Secagem de toras de clones de *Eucalyptus* empregados na produção de carvão. 2009. 178p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2009.

ROSSO, S. Qualidade da madeira de três espécies de *Eucalyptus* resultante da combinação dos métodos de secagem ao ar livre e convencional. 2006. 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006.

SAEG – Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes. Viçosa: UFV, 2007. p. 301

SEIXAS, F. BAUCH, S. C. OLIVEIRA JUNIOR, E. D. Balanço energético e econômico de duas alternativas de descascamento de madeira de eucalipto. Scientia Forestalis, Piracicaba, São Paulo, n. 67, p. 37- 43, 2005.

SIAU, J. F. Flow in wood. Syracuse: Syracuse University Press, 1971. 131 p. Transport process in wood. New York: Springer wood Science 1984. 245p.

VALENTE, A. F. LELLES, J. G. Carbonização da madeira de *Eucalyptus*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 12, n. 141, p. 74-79, set. 1986.

VITAL, B. R. DELLA LUCIA, R. M. VALENTE, O. F. Estimativa do teor de umidade de lenha para carvão em função do tempo de secagem. Revista Árvore, v.9, s/n, p.10-27, 1985.