



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

VARIAÇÃO LONGITUDINAL DA DENSIDADE BÁSICA E RELAÇÃO CERNE/ALBURNO DA MADEIRA DE CLONES DE *Eucalyptus* sp.

Luciano Junqueira Costa¹
Jéssica Dornelas Soares¹
Camila Batista da Silva Lopes¹
Matheus Fernandes de Carvalho Reis¹
Laura Lima¹
Marcos Oliveira de Paula¹
Larissa Carvalho Santos¹
Angélica de Cássia Oliveira Carneiro¹

¹ Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia Florestal



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

VARIAÇÃO LONGITUDINAL DA DENSIDADE BÁSICA E RELAÇÃO CERNE/ALBURNO DA MADEIRA DE CLONES DE *Eucalyptus* sp.

Resumo: As propriedades da madeira variam consideravelmente ao longo do eixo longitudinal do tronco. A densidade básica e porcentagens de cerne e alborno são índices comumente avaliados para determinação da qualidade da madeira. O objetivo deste trabalho foi avaliar a relação cerne/alborno e a densidade básica da madeira de três clones do gênero *Eucalyptus* no sentido longitudinal da árvore. Foram avaliados três clones de *Eucalyptus* sp., com idade de 7 anos. De cada árvore, foram retirados discos de madeira com espessura de 5 cm a 0%, 20%, 40%, 60%, 80% e 100% da altura comercial do tronco. Foram quantificadas a relação cerne/alborno e a densidade básica da madeira. Os dados foram analisados através da estatística descritiva e análise de regressão, visando estimar as propriedades físicas em função da altura da árvore. Para a relação cerne/alborno o clone 2 foi o que apresentou maior redução nos valores entre a base e o topo, com decréscimo de 76%. Já os clones 1 e 3 apresentaram redução na relação de C/A de 59 e 60%, respectivamente. Enquanto para a densidade básica o clone 2 foi o que apresentou a maior discrepância nos valores ao longo do sentido base-topo, com densidade máxima de 0,55 g/cm³ e mínima de 0,48 g/cm³. A relação cerne/alborno apresentou tendência de redução no sentido base-topo e comportamento contrário foi observado para a densidade básica da madeira.

Palavras-chave: Propriedades da madeira; *Eucalyptus*; Qualidade da madeira.

LONGITUDINAL VARIATION OF WOOD BASIC DENSITY AND HEARTWOOD/SAPWOOD RATIO OF *Eucalyptus* sp. CLONES

Abstract: The wood properties vary considerably along the longitudinal axis of the trunk. The basic density and heartwood/sapwood ratio are indices commonly evaluated to determine the wood quality. The objective of this study was to evaluate the heartwood/sapwood ratio and the wood basic density of three clones of the genus *Eucalyptus* in the longitudinal direction of the tree. Three clones of *Eucalyptus* sp. at age 7 were evaluated. From each tree, discs with thickness of 5 cm at 0%, 20%, 40%, 60%, 80% and 100% of the commercial height were removed. The heartwood/sapwood ratio and the basic density were quantified. The data were analyzed through descriptive statistics and regression analysis, aiming to estimate the physical properties as a function of tree height. The clone 2 showed the highest reduction in the heartwood/sapwood ratio between the base and the top, with a decrease of 76%. Clones 1 and 3 presented reduction in the heartwood/sapwood ratio of 59 and 60%, respectively. In relation to basic density, clone 2 showed the greatest discrepancy in values in the longitudinal gradient, with a maximum density of 0.55 g/cm³ and a minimum of 0.48 g/cm³. The heartwood/sapwood ratio showed a reduction tendency from the base to the top of the tree. The opposite was observed for the wood basic density.

Keywords: Wood properties; *Eucalyptus*; Wood quality.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* tem sido muito utilizado nas florestas plantadas do país por apresentar rápido crescimento e uma ampla variedade de espécies que se adaptam aos mais diversos ambientes. O Brasil apresenta uma área de 7,8 milhões de hectares de árvores plantadas, sendo que essa área corresponde a 0,9% do território brasileiro, deste total cerca de 72% são plantios de *Eucalyptus* sp. (IBÁ, 2016). A madeira proveniente de árvores deste

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

gênero, apresenta grande plasticidade em termos de uso, podendo ser utilizada como matéria-prima para diversos produtos, tais como carvão vegetal, polpa celulósica, móveis, instrumentos musicais, lenha, mourões, entre outros (SANTOS et al., 2004; PEREIRA et al., 2013).

Para a correta utilização da madeira a quantificação das porcentagens de cerne e alborno presentes no lenho é importante (PEREIRA et al., 2013). O alborno é formado por células funcionais, responsáveis pela condução ascendente de água, geralmente as células dessa região apresenta coloração mais clara. Com o crescimento da árvore as partes mais internas distanciam-se do câmbio, e vão gradativamente perdendo a sua atividade fisiológica, constituindo o cerne. As células do cerne podem conter óleos, resinas, compostos fenólicos e extrativos, estes últimos são frequentemente responsáveis pela sua coloração mais escura e que, geralmente, proporcionam maior durabilidade natural (BURGER e RICHTER, 1991).

A relação entre a quantidade de cerne e alborno varia consideravelmente ao longo do eixo longitudinal da árvore. Na base do vegetal é observado uma maior quantidade de cerne em relação ao alborno, sendo que essa proporção vai reduzindo no sentido da base para a copa (EVANGELISTA, 2007).

Avaliar relação entre a porcentagem de cerne e alborno (C/A) faz-se necessário, já que é um parâmetro que deve ser levado em consideração, principalmente, em operações de secagem, impregnação com substâncias adesivas e preservativas, fabricação de polpa celulósica, usinagem e acabamento e madeira para uso estrutural.

Dentre as propriedades físicas da madeira a densidade é usualmente analisada, pois, é um dos índices mais importantes utilizados para avaliar sua predisposição para determinado uso específico. A densidade da madeira correlaciona-se diretamente com diversas outras propriedades como a resistência mecânica, condutividade térmica, retratibilidade, características acústicas, entre outras (PLÖTZE e NIEMZ, 2011). A densidade também influencia na trabalhabilidade da madeira, principalmente em processos de secagem, produção de carvão, serraria, usinagem e preservação (COSTA et al., 2014; SILVEIRA et al., 2013).

A densidade da madeira é o resultado da combinação dos constituintes internos do lenho. De acordo com Kollmann e Côté (1968), as variações da densidade da madeira ocorrem devido às diferenças nas estruturas anatômicas, principalmente, na espessura da parede celular, presença de extrativos e a quantidade e o tamanho dos diferentes tipos de elementos que compõem o lenho, como por exemplo vasos, dutos de resina e outros espaços intercelulares. Vária tanto da medula para a casca quanto da base para o topo da árvore.

Pesquisas relacionadas com estudo da variação da densidade com a altura da árvore mostram que esses diferentes padrões podem ocorrer devido a inúmeros fatores, como espaçamento de plantio, taxa de crescimento do vegetal, idade, alterações na qualidade de sítio, tratamentos silviculturais (principalmente desbaste), mudanças climáticas, condições ambientais e lugar de amostragem no tronco (ALZATE et al., 2005).

Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi avaliar a relação cerne/alborno e a densidade básica da madeira de três clones do gênero *Eucalyptus* no sentido longitudinal da árvore.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foram utilizados três clones de *Eucalyptus* sp., com idade de 7 anos, cultivado em espaçamento 3x3m, provenientes da região de Martinho Campos-MG. Foram selecionadas 3 árvores por clone, totalizando 9 árvores.

De cada árvore, foram retirados discos de madeira com espessura de 5 cm a 0%, 20%, 40%, 60%, 80% e 100% da altura comercial do tronco.

O procedimento utilizado para quantificar a relação cerne/alburno (C/A) foi realizado de acordo com a metodologia descrita por Evangelista (2007). Para determinação das porcentagens de cerne e alburno foram feitas duas retas perpendiculares, passando sobre a medula. Fez-se a medida da distância das bordas até o início do cerne, nas duas extremidades da reta, e a medida do cerne. Utilizou-se uma lupa para determinar a mudança do alburno para o cerne, uma vez que, é definida pela mudança de cor e obstrução dos poros por tiloses, característico da madeira de eucalipto. A porcentagem do alburno foi calculada subtraindo-se a área de cerne da área total.

A densidade básica da madeira foi determinada pelo método de imersão em água, de acordo com a NBR 11941 (ABNT, 2003).

Os dados foram analisados através da estatística descritiva e análise de regressão, visando estimar as propriedades físicas em função da altura da árvore. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do *software* STATISTICA 8.0 (STATSOFT, 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores máximos, mínimos e o coeficiente de variação observados na relação cerne/alburno ao longo do eixo longitudinal do tronco.

Tabela 1. Valores máximos, mínimos e as médias da relação cerne/alburno ao longo do eixo longitudinal do tronco dos clones de *Eucalyptus*

Clone	Relação Cerne/alburno (%)			CV (%)
	Mínimo	Máximo	Média	
1	0,80	1,95	1,36	32,9
2	0,49	2,09	1,29	53,9
3	0,87	2,22	1,42	39,6

CV: Coeficiente de variação.

O clone 3 apresentou o maior valor médio da relação cerne/alburno (1,42%), seguido pelo clone 1 (1,36%). Para o clone 2 foi encontrado o menor valor médio da relação/cerne alburno ao longo do eixo longitudinal, 1,29%, sendo que o mesmo foi o que apresentou maior discrepância entre o valor máximo e mínimo observado.

Os valores médios da relação cerne/alburno ao do longo do fuste para os materiais genéticos estudados são mostrados na Figura 1. Observa-se que o incremento em altura resultou em decréscimo da relação cerne/ alburno (C/A). O clone 2 foi o que apresentou maior redução na relação cerne/alburno entre a base e o topo, com decréscimo de 76%. Já os clones 1 e 3 apresentaram redução na relação de C/A de 59 e 60%, respectivamente. Os modelos ajustados para os clones apresentaram elevados coeficientes de determinação, sendo o valor mínimo de R^2 de 93%, observado para o clone 2.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO



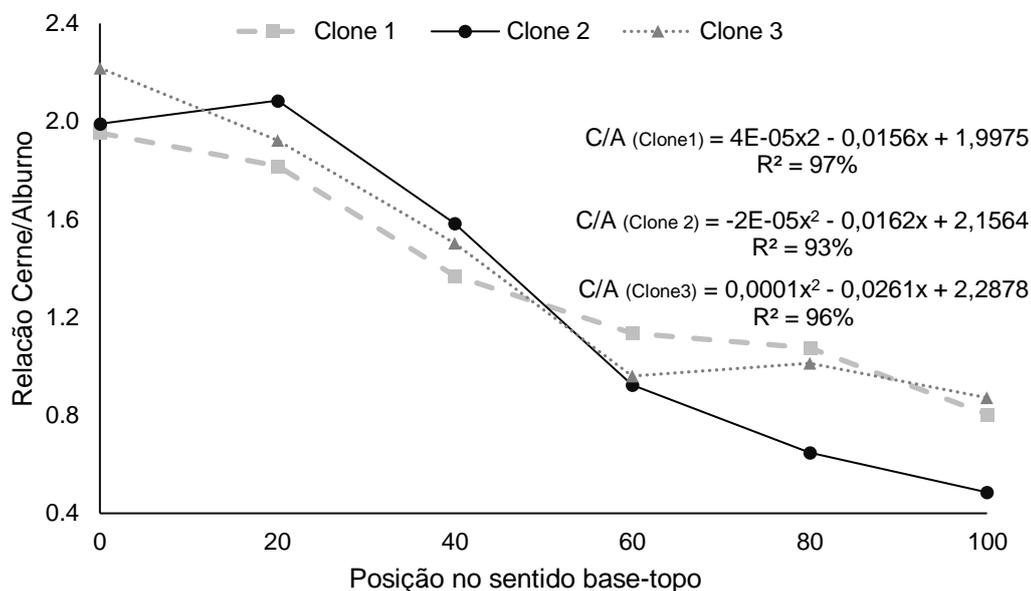


Figura 1. Variação da relação cerne/alburno (C/A) da madeira na direção base - topo dos três clones de *Eucalyptus*.

De acordo com Panshin e De Zeeuw (1980), as diferenças encontradas para a relação C/A entre os clones, podem ser explicadas pela variabilidade existente entre as condições de crescimento.

A redução na relação C/A no sentido da base para o topo da árvore se deve ao processo natural de formação do lenho. O crescimento de uma árvore ocorre devido à presença de dois meristemas, apical e cambial, que estão intimamente ligados, formando um sistema fisiológico único nas árvores, e as camadas de crescimentos no tronco são como séries de cones sobrepostos uns sobre os outros, em que as camadas recém-formadas na proporção total de madeira vai aumentando gradativamente da base para o topo do caule. Dessa forma existe, proporcionalmente, mais madeira jovem do que adulta nas posições mais altas, e como o desenvolvimento do cerne acompanha o avanço da idade do lenho, a proporção do mesmo é maior onde o lenho é mais velho, ou seja, a proporção de cerne diminui da base para o topo da árvore (SANTOS et al., 2004).

Ao analisar a densidade básica média dos clones, foi observado conforme a Tabela 2, que o clone 1 apresentou o maior valor. O clone 2 foi o que apresentou a maior discrepância nos valores de densidade ao longo do sentido base - topo, com máxima de 0,55 g/cm³ e mínima de 0,48 g/cm³. Entretanto, apesar dessa variação nos valores de densidade básica ao longo do eixo longitudinal do tronco o coeficiente de variação foi baixo (menor que 5%) para todos os clones.

Tabela 2. Valores máximos, mínimos e as médias da densidade básica da madeira ao longo do eixo longitudinal do tronco dos clones de *Eucalyptus*

Clone	Densidade básica (g/cm ³)			CV (%)
	Mínimo	Máximo	Média	
1	0,51	0,56	0,53	4,15
2	0,48	0,55	0,51	4,98
3	0,49	0,55	0,52	3,70

CV: Coeficiente de variação.



Os valores médios de densidade básica da madeira apresentam variação no sentido longitudinal, indicadas pelas diferentes porcentagens da altura do tronco dos clones de *Eucalyptus* sp. (FIGURA 2).

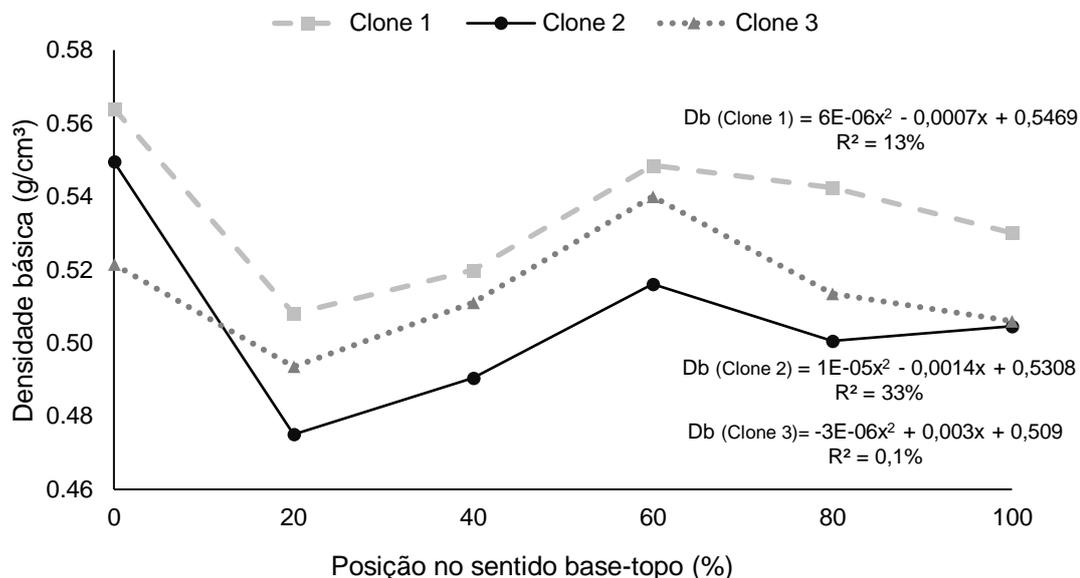


Figura 2. Variação da densidade básica da madeira na direção base - topo dos três clones de *Eucalyptus*.

A densidade básica da madeira variou ao longo do eixo longitudinal dos trocos. Até aproximadamente 20% da altura comercial, observou-se redução nos valores de densidade básica. Entre 20 e 60% da altura do tronco, observou-se um aumento na densidade básica da, seguindo de ligeira redução até os 100% da altura comercial da árvore. Essa tendência foi constatada para todos os três clones estudados. Com relação aos modelos ajustados pode-se observar que apresentaram baixos coeficientes de determinação, sendo o valor máximo de R^2 de 33%, observado para o clone 2.

A variação longitudinal da densidade básica da madeira geralmente está relacionada com a estabilização dos elementos anatômicos da madeira, como relação cerne/alburno, comprimento de fibra, ângulo microfibrilar, espessura e composição química da parede celular, entre outras propriedades. Fatores externos como clima, condições de sítio, assim como as técnicas de amostragens utilizadas, podem influenciar nos valores de densidade no sentido longitudinal da árvore (PEREIRA et al., 2013).

4. CONCLUSÕES

A relação cerne/alburno apresentou tendência de redução no sentido da base para o topo do troco.

A densidade básica da madeira apresentou variações em relação à posição longitudinal, com tendência inicial de redução, até cerca de 20% da altura do tronco. Entre 20 e 60 %, há aumento nos valores de densidade, seguindo de uma ligeira queda na região superior do tronco. Essa variação pode estar relacionada com as condições de crescimento.



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

5. AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus sinceros agradecimentos a FAPEMIG, CNPq e CAPES pelo auxílio financeiro, e a equipe do Laboratório de painéis e energia da madeira (Departamento de Engenharia Florestal) da Universidade Federal de Viçosa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALZATE, S. B. A. et al. Longitudinal variation of the wood basic density of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Sm. and *E. grandis x urophylla* clones. *Scientia Forestalis*, n. 68, p. 87-95, 2005.

BURGER, M. L.; RICHTER, H. G. Anatomia da madeira. São Paulo: Nobel. 154p. 1991.

COSTA, T. G. et al. Qualidade da madeira de cinco espécies de ocorrência no cerrado para produção de carvão vegetal. *Cerne*, Lavras, v. 20, n. 1, p. 37-46, 2014.

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

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. Anuário estatístico da IBÁ: ano base 2015. Brasília: IBÁ, 2016. 80 p.

KOLLMANN, F.E.P.; CÔTÉ W.A. Principles of wood science and technology. v. 1, Berlin: pringer-Verlag, 1968. 592p.

PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. Text book of wood technology. 4.ed. New York: Mc- Graw-Hill, 722p. 1980.

PEREIRA, B. L. C. et al. Correlações entre a relação Cerne/Alburno da madeira de eucalipto, rendimento e propriedades do carvão vegetal. *Scientia Forestalis*, v. 41, n. 98, p. 217-225, 2013.

PLÖTZE, M.; NIEMZ, P. Porosity and pore size distribution of different wood types as determined by mercury intrusion porosimetry. *European Journal of Wood and Wood Products*, v.69, n.4, p. 649-657, 2011.

SANTOS, P. E. T. et al. O. Posição da tora na árvore e sua relação com a qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis*. *Scientia Forestalis*, n. 66, p. 142-151, 2004.

SILVEIRA, L. H. C. et al. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. *Acta amazônica*, v. 43, n. 2, p.179 – 184, 2013.

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

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO

