



14 a 17 de Outubro 2002 - São Paulo - Brasil
October 14-17, 2002

Variação da densidade básica da madeira de
Eucalyptus globulus no sentido longitudinal da árvore

Variability in the tree height of the
eucalyptus globulus wood basic density

Gabriel Valim Cardoso
Sonia Maria Bitencourt Frizzo
Claudia Adriana Broglio da Rosa
(**Universidade Federal de Santa Maria**)

Celso Edmundo B. Foelkel
(**Grau Celsius Ltda.**)

Teotônio Francisco de Assis
(**Klabin Riocell S/A**)

Patrícia de Oliveira
(**Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Klabin Celulose S/A**)

VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE *Eucalyptus globulus* NO SENTIDO LONGITUDINAL DA ÁRVORE

Autores:

Gabriel Valim Cardoso¹, Sonia Maria Bitencourt Frizzo², Claudia Adriana Broglio da Rosa³, Celso Edmundo B. Foelkel⁴, Teotônio Francisco de Assis⁵, Patrícia de Oliveira⁶

¹Engenheiro Florestal, MSc, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil

²Eng. Florestal, MSc, Prof. Adjunto. Dep. Química, CCNE, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil

³Mestranda de Eng. Florestal, CCR, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil

⁴Eng. Agrônomo, Dr., Grau Celsius Ltda, 91330-520, Porto Alegre, RS, Brasil

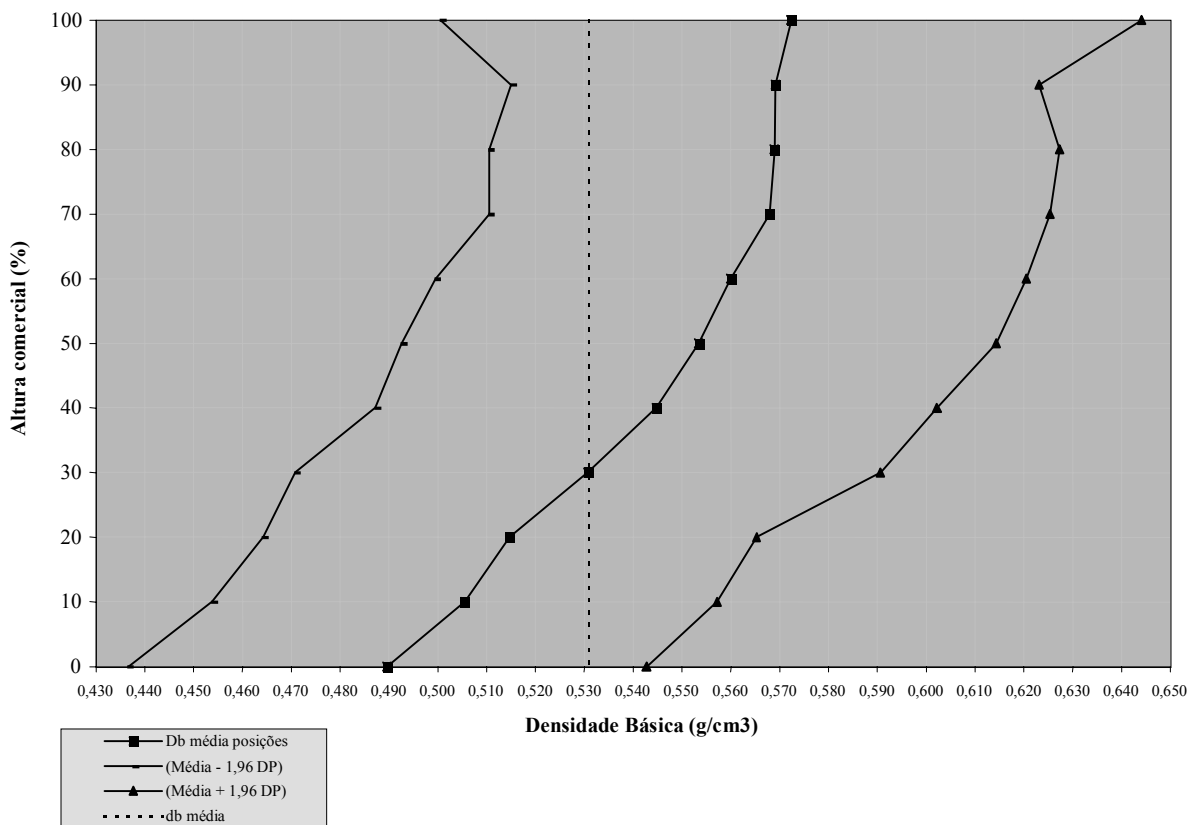
⁵Eng. Florestal, Klabin Celulose S.A., 92500-000, Guaíba, RS, Brasil

⁶Mestranda de Química, UFRGS, 92500-000, Klabin Celulose S.A, Guaíba, RS, Brasil

A crescente expansão do mercado de celulose e papel tem gerado melhorias nos segmentos ligados ao processo de conversão e qualidade da matéria-prima utilizada, principalmente na busca por espécies que conciliem desenvolvimento florestal com qualidade da madeira e rendimento no processo de conversão a celulose e papel. O conhecimento científico tem mostrado que existem correlações entre as propriedades da madeira e as da polpa obtida. Nas últimas décadas, muito foi investido no planejamento florestal, visando povoamentos homogêneos, que gerassem matéria-prima de qualidade. Nesse mesmo período, pesquisadores vêm tentando relacionar as diversas propriedades da madeira e os resultados da polpação. Como resultado dos estudos realizados e apresentados na literatura, já se tem um consenso ao que diz respeito à relação da densidade básica com as propriedades anatômicas da madeira e com a qualidade da polpa. A densidade básica da madeira é um parâmetro de máxima significância dentre as propriedades físicas da madeira. Consiste em uma característica bastante complexa, resultante da combinação de diversos fatores, tais como anatômicos, físicos e químicos. Para a indústria de celulose e papel, a sua avaliação adequada fornece indicações sobre o processo de impregnação dos cavacos, o rendimento em celulose a um determinado grau de deslignificação, o consumo específico de madeira por tonelada de celulose e encontra-se intimamente associada com determinadas propriedades de resistências físico-mecânicas da polpa resultante. Frente a isso, foi desenvolvido este estudo com o objetivo de determinar o comportamento e a variação da densidade básica da madeira no sentido longitudinal do tronco da espécie *Eucalyptus globulus*. Com isso oferece-se mais conhecimentos sobre essa espécie que é nova a nível de Brasil. A espécie em estudo foi *Eucalyptus globulus* Labil. subespécie *globulus*, com oito anos de idade, proveniente de povoamento florestal localizado no Rio Grande do Sul, da empresa Klabin Celulose S.A.. Foram abatidas 50 árvores selecionadas pelo crescimento em uma única área de aproximadamente 1,9 hectares. Após o abate de cada árvore, retiraram-se discos de aproximadamente 2,5 cm de espessura, em número de três discos de cada posição ao longo da altura da árvore: 40 cm acima da base e mais ainda a 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% e 100% da altura comercial, sendo o diâmetro limite para este último de 6 cm (com casca). Foi retirado um disco no DAP (diâmetro a altura do peito) para cada árvore abatida. Nestes discos, ainda úmidos, mediam-se os diâmetros com e sem casca. Com estes dados e mais a altura relativa entre as posições, que foi igual a 10% da altura comercial para cada árvore, calcularam-se as características dendrométricas das árvores. Para os cálculos de peso da árvore, utilizaram-se os dados de volume e densidade básica. As amostras de discos ao DAP foram utilizadas apenas para os cálculos dos volumes cilíndricos e fatores de forma. Em função das alturas comerciais das árvores estarem próximas a 13 metros, a amostragem a 10% da altura comercial praticamente correspondia à amostra ao DAP. Utilizando-se os discos de cada posição, retiraram-se duas cunhas opostas por disco, para obtenção da densidade básica pelo método de imersão. Cada cunha representou uma repetição para cada posição da árvore. Após a obtenção dos resultados pelo método de imersão calculou-se a média entre as duas repetições e com está, a densidade básica média da árvore integral, ponderada com base nos volumes intermediários entre cada posição. Através deste cálculo evitou-se favorecer as posições de maior diâmetro em detrimento de outras de menor, ponderando-se os resultados encontrados para a densidade básica com o volume relativo da posição por esta representada. O resultado da densidade básica média ponderada foi de 0,531 g/cm³, apresentando um baixo

coeficiente de variação, 4,51%. A percentagem de casca foi alta, 16,11%, com um coeficiente de variação de 12,37%. O volume médio de madeira das árvores foi de 0,226 m³, com um coeficiente de variação de 36,94%. Já o peso seco médio de madeira foi de 0,119 toneladas, com árvores pesando de 0,057 a 0,237 toneladas. A Figura 1 apresenta a curva média da densidade básica, correspondente à variação longitudinal conforme a percentagem amostrada da altura comercial, sendo que esta foi obtida pela média aritmética das 50 densidades de cada posição. Apresentam-se também as curvas dos valores limites superiores e inferiores da curva média (média ± 1.96 desvio padrão) para cada percentagem da altura comercial e também a densidade básica média ponderada das 50 árvores.

FIGURA 1: Variação longitudinal da densidade básica média por posições das 50 árvores



Conforme mostra a figura acima, a densidade básica foi crescente da base para o topo. Os valores abrangidos com base no desvio padrão de cada posição foram bem amplos e demonstram a variação encontrada para a densidade dentro de cada posição amostrada. Graficamente, a posição que apresentou o mesmo valor da densidade média ponderada da árvore toda, foi a posição relativa a 30% da altura comercial da árvore. Para *Eucalyptus grandis*, a posição correspondente a 50% da altura comercial já foi estabelecida por outros autores como a posição representativa para avaliação da densidade básica média das árvores, enquanto para *Eucalyptus saligna* essa posição já foi mostrada como sendo 25%. Entretanto, devido à acentuada influência de parâmetros sobre a densidade básica, interagindo de forma isolada ou combinada, as posições selecionadas não devem ser utilizadas indistintamente para todas as espécies do gênero *Eucalyptus*. As seguintes conclusões foram obtidas a partir dos resultados constatados no trabalho: a variação longitudinal da densidade básica da madeira de *Eucalyptus globulus*, amostrada a cada 10% da altura comercial da árvore, para 50 árvores amostradas, não se comportou como se verifica para outras espécies deste gênero, como *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis*, nas quais a densidade tende a diminuir até em torno do DAP (diâmetro a altura do peito) e tornam a aumentar a partir deste. Nesse caso, a densidade foi crescente da base para o topo e a posição 30% da altura comercial foi a que apresentou a densidade básica média igual a densidade média ponderada para as 50 árvores amostradas.

Palavras-chaves: densidade básica, *Eucalyptus globulus*, árvore, madeira, variabilidade, altura

VARIABILITY IN THE TREE HEIGHT OF THE

***Eucalyptus globulus* WOOD BASIC DENSITY**

Authors:

Gabriel Valim Cardoso¹, Sonia Maria Bitencourt Frizzo², Claudia Adriana Broglio da Rosa³, Celso Edmundo B. Foelkel⁴, Teotonio Francisco de Assis⁵, Patricia de Oliveira⁶

¹Forest engineer, MSc, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brazil

²Forest engineer, MSc, Professor. Dep. Chemistry, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brazil

³Graduate student in Forestry, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brazil

⁴Agronomist, Dr., Celsius Degree Ltd., 91330-520, Porto Alegre, RS, Brazil

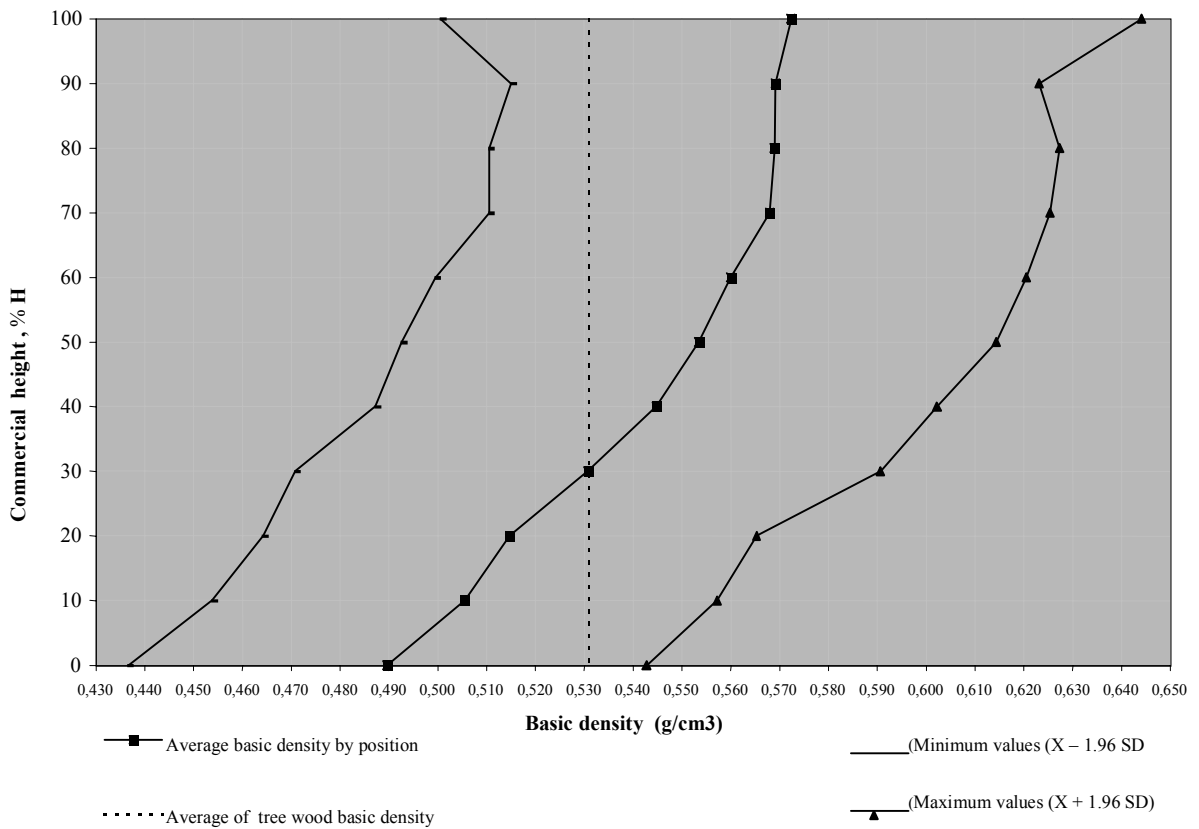
⁵Forest engineer, Klabin Celulose S.A, 92500-000, Guaiba, RS, Brazil

⁶Graduate student in Chemistry, UFRGS, 92500-000, Klabin Celulose S.A, Guaiba, RS, Brazil

The growing pulp and paper market is favoring the improvements and developments of the fibrous raw material quality. Today, the search is for fast growing trees and forest species, but with associated wood quality and high yields in the pulp conversion. The scientific knowledge has proved many correlations among the wood characteristics and the pulp and paper properties. In recent decades, many studies have been placed on top of these subjects, oriented to the production of homogenous and productive forest stands, with high yields and wood quality. Many studies are now available in the literature showing that wood basic density is an outstanding wood physical property. The wood basic density is a complex characteristic, resulting from the combination of anatomical, physical and chemical factors. To the pulp industry, the wood basic density offers indications about wood impregnation during cooking, pulp yields, wood consumption per ton of pulp, and mechanical behavior of the paper sheets. This present study had as objective to evaluate the behavior and the variability of the wood basic density of *Eucalyptus globulus* along the tree height. This species has recently been introduced in commercial basis in Brazil, and this study aims to bring additional information about it. The 50 selected trees which were utilized in the investigation were sampled in a 8 year-old commercial stand of 1.9 hectares, located in the state of Rio Grande do Sul, and owned by Klabin Celulose S.A. The trees were felled and 2.5 cm disks were taken along the tree height: at basis, BHD (Breast Height Diameter), and at 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, and 100% of the commercial height. In these disks, several measurements were performed: disk diameter with and without bark, and wood basic density. To the wood basic density determination, the disks were divided in 4 quarters, and opposite samples were taken to the analyses. The method used was the one based on water saturation, immersion and displacement. Based on the partial volumes, and on the average basic density along the trees, it was possible to calculate real tree weights and volumes. The BHD position was used to calculate the cylindrical tree volume and the tree shape factor. The average wood basic density to the 50 trees was 0.531 g/cm³, with a coefficient of variation (CV) of 4.51%. The average commercial volume for the individual trees was 0.226 m³, with 36.94% of CV. The percentage of bark was considered high (16.11% bark, and CV = 12.37%). The individual tree wood weight varied from 0.057 to 0.237 od tons.

Figure number 1 shows the average curve for the wood basic density along the tree height, from the bottom to the top of the commercial tree. The other two curves represent the minimum and maximum limits obtained in each position of the height (mean \pm 1.96 Standard Deviation), for the 50 sampled trees. As it may be seen, the basic density increased from the bottom to the top of the tree. The range of variation in each height was considered wide, showing good potential for forest breeding. Graphically, it was possible to determine the position of 30% height as the one showing the same wood basic density as the whole tree. There are studies showing that for *Eucalyptus grandis* this happens at 50% height and for *E. saligna* at 25% height. However, due to the extreme variability and many external influences on the wood basic density expression, these positions are only indications, and they do not represent the behavior for all *Eucalyptus*.

FIGURE 1: Variability of the wood basic density along the tree height for *Eucalyptus globulus* (average of 50 trees)



The following conclusions could be drawn from the data: the pattern of variation for the *Eucalyptus globulus* wood density along tree height was proved to be different in comparison to the *E.grandis* and *E.saligna* species. These two species are well-planted in Brazil. They show a sharp decrease in the wood basic density from the bottom to the BHD position, to start growing again in direction of the top. In the case of the *Eucalyptus globulus* sampled trees, the pattern was a continuous increase of the wood basic density from the bottom to the top of the tree. The position corresponding to 30% of the commercial height had the wood basic density equal to the average weighted wood basic density for the whole tree.

Keywords: basic density, wood, *Eucalyptus globulus*, tree, tree height, variability