

**AVALIAÇÃO DA DENSIDADE MÉDIA DE ÁRVORES DO POVOAMENTO DE
Eucalyptus spp. DE EMPRESAS DO SETOR MADEIREIRO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

**EVALUATION OF MEDIUM DENSITY OF SHORT-CICLE TREE, GENUS
Eucalyptus spp., OF LUMBER SECTOR IN SÃO PAULO STATE**

**EVOLUCIÓN LA DENSIDAD MEDIA LA ÁRBOL EL PLANTACIONES
FORESTALES DE *Eucalyptus spp.* DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR
MADERERO DEL ESTADO DE SÃO PAULO.**

EDSON MARCELO BRUDER¹
IEOSCHUA KATZ²
MARCOS ANTONIO DE REZENDE³

Recebido em dezembro de 2009. Aprovado em fevereiro de 2010.

¹ Graduado em Informática para Gestão de Negócios pela Faculdade de Tecnologia Centro Paula Souza.

² Graduado Agronomia. Pós-Graduado em Propaganda e Marketing. Doutorado em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Professor Doutor da Faculdade de Tecnologia de Botucatu.

³ Graduado em Física. Pós-Graduado em Solos e Nutrição de Plantas - Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz. Professor Adjunto da Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho. Departamento de Física e Biofísica.

**AVALIAÇÃO DA DENSIDADE MÉDIA DE ÁRVORES DO POVOAMENTO DE
Eucalyptus spp. DE EMPRESAS DO SETOR MADEIREIRO DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

RESUMO

O Brasil possui a maior floresta tropical do planeta. O gênero *Eucalyptus spp* destaca-se dentre as espécies mais plantadas no Brasil e no mundo. Houve um aumento da utilização de madeira nas últimas décadas devido à demanda das indústrias no setor florestal em desenvolvimento. O objetivo é identificar a altura representativa da densidade média e otimizar a técnica de obtenção da densidade média da árvore pelas empresas do setor madeireiro. Foram utilizadas seis árvores do gênero *Eucalyptus spp.* recortadas de um em um metro até a altura comercial (h_c). Por meio de equações determinou-se a densidade a 0% de umidade e a densidade básica. Determinou-se um índice de investimento para a melhora nos resultados por meio das demonstrações financeiras. O software *Origin Professional Version 7.0* foi utilizado para ajuste das equações do tipo polinomial das variações da densidade e a identificação do ponto de máxima e mínima densidade. A posição ideal de amostragem (PIA) foi encontrado na posição de $0,46h_c$. O histórico da produtividade tornou-se um bom índice para tornar a empresa eficiente. O estudo possibilitou a viabilidade de redução do número de amostras e demonstrou viabilidade de retirada de um único disco entre 40 e 50% da altura comercial e a produtividade apresentou evidências de um índice confiável de investimento e custo inferior a 1% do lucro líquido.

PALAVRAS CHAVE: Densidade. Densidade Básica. *Eucalyptus*. Gestão de Custos. Setor Madeireiro.

**EVALUATION OF MEDIUM DENSITY OF SHORT-CICLE TREE, GENUS
Eucalyptus spp, OF LUMBER SECTOR IN SÃO PAULO STATE**

ABSTRACT

The Brazil has the largest tropical forest of planet. The forestry in State of São Paulo is prevalent in plantation of genus *Eucalyptus spp*. used for a variable finalities. This species is more planted in short-cicle forest in Brazil and the world. The increase of wood consumption in the last decade, due to industrial demand in the forest sector in development and due for expansive international demand forest products. The density have an expressive evidence how one of the major indices to evaluate the wood quality for companies. The optimization of techniques to determinate the density is very important. The objective of this study was identify the representative tree average size and density in technical optimization to determine the density for sample analysis acquisition. This study used six trees of the genus *Eucalyptus spp*. the samples was cut in disc form the every one meter, until the commercial height (hc). The density of samples was determinate by direct method to 0% of the humidity. The software *Origin Professional Version 7.0* used for adjustment of equations of density variations. The results showed that the Ideal of Sampling Position (PIA) was determined in 0,46hc position. The study concluded the viability of significant number reduction from samples trees and the acquisition of a single disc between 40 and 50 of commercial height. The productivity demonstrated evidence of a reliable index of investment and cost less than 1% of the net.

KEYWORDS: Basic Density. Density. *Eucalyptus*. Forest sector. Management Cost.

EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD MEDIA DE LA MADERA DE LA POBLACIÓN DE *Eucalyptus* spp. DE EMPRESAS DEL SECTOR MADEIRERO DEL ESTADO DE SÃO PAULO

RESUMEN

Brasil posee la mayor floresta tropical del planeta. El género *Eucalyptus* spp se destaca entre las especies más plantadas en Brasil y en el mundo. Hubo un aumento de la utilización de madera en las últimas décadas debido a la demanda de las industrias en el sector forestal en desenvolvimiento. El objetivo es identificar la altura representativa de la densidad media y optimizar la técnica de obtención de la densidad media del árbol por las empresas del sector maderero. Fueron utilizados seis árboles del género *Eucalyptus* spp. recortados de metro en metro hasta la altura comercial (h_c). Por medio de ecuaciones se determinó la densidad a 0% de humedad y la básica. Se determinó un índice de inversión para la mejora en los resultados por medio de demostraciones financieras. El software *Origin Professional Version 7.0* fue utilizado para ajuste de las ecuaciones del tipo polinomial de las variaciones de la densidad y a la identificación del punto de máxima y mínima densidad. La posición ideal de muestreo (PIA) fue encontrado en la posición de $0,46h_c$. El histórico de la productividad se convirtió en un buen índice para tornar la empresa eficiente. El estudio posibilitó la viabilidad de reducción del número de muestras y demostró viabilidad de retirada de un único disto entre 40 e 50% da altura comercial y la productividad presentó evidencia de un índice confiable de inversión y el coste inferior al 1% de la red.

PALABRAS CLAVE: Densidad. Densidad Básica. *Eucalyptus*. Gestión de Costos. Sector Maderero.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui a maior floresta tropical do planeta. Estas espécies são exploradas de forma descontrolada devido ao aumento do consumo de madeira, o que faz com que o plantio de reflorestamento seja inevitável necessitando de uma política correta para incentivo de novos plantios e para produção sustentável.

O potencial do *Eucalyptus* como madeira serrada não é novidade (LIMA e REZENDE, 2003). Há um grande otimismo no Brasil em relação ao aumento da demanda por esta matéria prima no mercado internacional, pois alguns países irão reduzir o número de indústrias produtoras de celulose devido à poluição ao meio ambiente (KARAM, 2007).

A madeira possui inúmeras aplicações, dentre elas a utilização da madeira como matéria sólida para a fabricação de portas, móveis, etc. Muitas destas aplicações não suportam grandes variações dimensionais. Estas variações ocasionam alterações na densidade da madeira que, por sua vez, alteram outras propriedades físicas.

Segundo Foelkel et al. (1971), a densidade básica firmou-se como característica principal para expressar a qualidade da madeira. Nesse sentido, há diversas formas de expressar a densidade aparente.

Foelkel et al. (1971) relatam que uma das mais práticas é por meio da densidade básica, que é a relação entre a massa absolutamente seca da madeira, e o seu volume, quando completamente saturado de água.

A grande dificuldade das empresas é determinar a densidade da madeira de uma forma prática e com baixa demanda de tempo.

Rezende (1997) e Rezende et al. (1998) apresentaram três equações de transformação das densidades; a primeira refere-se a uma equação que relaciona a densidade básica com a densidade a 0 % de umidade; a segunda relaciona a densidade a 0 % de umidade com a densidade aparente; e, finalmente, a terceira relacionada à densidade a 0% de umidade com a densidade 12%. As relações são válidas para árvores dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Para o cálculo da densidade a 0% de umidade a partir da densidade básica utilizou-se a equação 1.

$$\rho_0 = \frac{\rho_b}{0,98 - 0,24\rho_b} \quad (1)$$

ρ_b : Densidade básica

ρ_0 : Densidade 0%

As equações experimentais de transformação são úteis na caracterização física da madeira, tais equações possibilitam a precisão nos resultados e a

determinação de uma densidade a partir de outra.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo é analisar as variações da densidade ao longo da árvore na direção longitudinal e sentido base-topo. Além disso, pretende-se analisar a possibilidade de redução do número de amostras coletadas por árvore, promovendo melhorias na elaboração dos resultados para obtenção da densidade média do *Eucalyptus*, relacionados ao tempo e ao custo. E, finalmente, determinar a posição de retirada de um único disco ao longo da árvore que seja representativo da sua densidade média.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A análise da determinação da densidade ao longo da árvore foi realizada no Laboratório de Física Aplicada do Departamento de Física e Biofísica do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista no Campus de Botucatu-SP.

Uma técnica utilizada pela empresa para obtenção da densidade é a técnica de imersão em água, para determinar a densidade básica. Este processo é necessário à empresa que necessita da densidade básica para estimar seu povoamento, quanto a Incremento Médio Anual de Volume (IMAV), Energia

Tékhnē e Lógos, Botucatu, SP, v.1, n.2, fev. 2010

(IMAE), Massa (IMAM). Com os resultados de volume verde e massa completamente seca, utilizou-se a equação 8 para determinar a densidade básica. A madeira terá um destino dependendo da densidade. Neste procedimento, o tempo gasto não pode ser longo.

Um fator agravante na rotina das empresas é a necessidade de determinar nova densidade de um povoamento, o procedimento demorado ocasiona maior demanda de tempo e está sujeito a mais erros.

2.1 Caracterização da Madeira

As árvores utilizadas no ensaio foram plantadas na Fazenda Pitangueiras da Empresa Duratex S.A. no município de Botucatu - SP. No total foram seis árvores divididas em três diferentes tratamentos, sendo: dois do gênero seminal de *Eucalyptus grandis*; dois do gênero clones de *Eucalyptus grandis*; dois do gênero clones de híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. De cada tratamento foram selecionadas visualmente árvores, buscando a representatividade média do povoamento com relação ao Diâmetro Altura do Peito (DAP) e altura comercial evitando as árvores da borda.

Todas as árvores utilizadas no ensaio foram retiradas de um mesmo talhão de 2280 árvores com aproximadamente

1,03 ha, com espaçamento único de 3,0 x 1,5 m e idade de 6,16 anos. As árvores foram cultivadas proporcionando as mesmas condições edáficas e climáticas. O talhão estava dividido em 152 blocos de 15 árvores de mesmo tratamento, no total existiam 19 tratamentos dentro deste talhão com 120 árvores por tratamento. Os blocos estavam distribuídos aleatoriamente dentro do talhão.

2.2 Preparo das Amostras

Das árvores derrubadas foram retiradas amostras, a cada metro, em forma de disco com espessura de aproximadamente 5,0 cm. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Física Aplicada do Departamento de Física e Biofísica do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista no campus de Botucatu-SP.

Os discos foram identificados como: seminal (árvore 1 e árvore 2), simbolizados por S1 e S2, clones (árvore 1 e árvore 2), simbolizados por C1 e C2 e híbridos (árvore 1 e árvore 2), simbolizados por H1 e H2.

Os discos foram colocados em ambiente aberto para que ocorresse a secagem natural. A massa das amostras foi monitorada com intervalos de 24 horas até o décimo dia e depois com intervalo de 48

horas até quando a massa se mantivesse constante.

Após a estabilização na umidade de equilíbrio as amostras foram preparadas em serraria na forma de discos com espessura aproximada de 2,5 cm, foram aplainadas e lixadas, a fim de obter faces lisas e paralelas e com espessura uniforme. A espessura da amostra foi determinada utilizando um paquímetro digital da marca Mitutoyo com resolução de 0,01 mm e precisão de $\pm 0,005$ mm, e a sua massa foi determinada utilizando uma balança eletrônica de precisão da marca Gehara, modelo “BG 1000”, com resolução de 0,01 g e precisão de $\pm 0,005$ g. de aproximadamente 2,5 cm.

2.3 Determinação da densidade da madeira pelo método direto pela fita

Para determinação da densidade a 12%, optou-se também por utilizar o método da área circular do disco de madeira, sendo a área dada por $A = \pi.r^2$ onde r é o raio da amostra. O raio médio da amostra foi determinado pelo método da fita métrica. Este método consiste em medir o perímetro (C), o comprimento da circunferência. Para obtenção da média da espessura, utilizou-se um paquímetro *Mitutoyo*. O volume foi determinado utilizando a equação 2.

$$V_{12} = \left(\frac{C}{2\pi} \right)^2 \pi h \quad (2)$$

C : Perímetro (cm)

h : Média espessura da amostra (cm)

V₁₂ : Volume amostra a 12% (cm³)

Para determinar a densidade da amostra a 12%, a massa da amostra é determinada por pesagem comum utilizando a equação 3.

$$\rho_{12} = \frac{M_{12}}{V_{12}} \quad (3)$$

M₁₂ : Massa do disco a 12% (g)

ρ₁₂ : Densidade amostra a 12% (g.cm⁻³)

2.4 Determinação da densidade da madeira pelo método da área

Foi necessário utilizar outra técnica para determinar da densidade. Os discos próximos ao solo não tem uniformidade circular. Optou-se pela técnica de contorno da amostra, em uma folha de sulfite, que será tratada neste trabalho como A4. Para determinar o volume da amostra, o método consiste em determinar a área do disco das amostras, por meio de folhas de A4.

Para cada lado dos discos, foram determinadas três superfícies. Estes contornos foram recortados, obtendo seis recortes da área da amostra sendo três recortes de um lado e três do outro.

Tékhnē e Lógos, Botucatu, SP, v.1, n.2, fev. 2010

Através de uma balança foi determinada a massa, destes seis recortes e calculado a média (M_{rec}). É necessário determinar a massa de 10 folhas de A4 para obtenção de uma média (M_{A4}), e calcular a área da folha A4. Estas médias determinam a área da amostra, conforme a equação 4.

$$A_a = \frac{M_{rec} \cdot A_{A4}}{M_{A4}} \quad (4)$$

A_a : Média da área da amostra (g)

A_{A4} : Área da folha A4 (cm²)

M_{rec} : Média da massa do recorte (g)

M_{A4} : Média massa da A4 (g)

Em seguida, foi determinado o volume da amostra a 12%, utilizando-se a equação 5.

$$V_{12} = A_a \cdot h \quad (5)$$

A_a : Média da área da amostra (g)

h : Média espessura da amostra (cm)

V₁₂ : Volume amostra (cm³)

Para determinar a densidade da amostra a 12%, utilizou-se a equação 3.

Os dois métodos citados acima foram comparados por meio de análise de correlação para verificar a precisão dos resultados.

2.5 Determinação da densidade ponderada da árvore

A densidade ponderada da árvore $\rho_{12(POND)}$ em $(g.cm^{-3})$ foi calculada utilizando a equação 6. Onde A_i é a área, e ρ_i é a densidade de cada disco na posição i , onde i corresponde a altura da árvore em metros ($i= 1, 2, 3, 4...n$), no sentido base-topo até a altura comercial.

$$\rho_{12(POND)} = \frac{A_1\rho_1 + A_2\rho_2 + A_3\rho_3 \dots A_n(\rho_n)}{A_1 + A_2 + A_3 \dots A_n} \quad (6)$$

$\rho_{12(POND)}$: Densidade média ponderada da árvore.

A : Área da amostra na forma de disco i (1,2,3,4..N)

ρ : Densidade disco na posição i (1,2,3,4..N)

2.6 Determinação da densidade 0% da árvore

Para determinar a densidade a 0% utilizou-se a equação 7, que transforma a densidade a 12% em densidade a 0%, esta transformação é a partir da densidade a 12%.

$$\rho_0 = 8,2388 - \sqrt{67,8778 - 14,925\rho_{12}} \quad (7)$$

ρ_0 : Densidade 0% (g)

Para determinar a densidade 0%, não é necessário determinar por meio de estufa a massa e o volume seco. A partir da densidade básica, determina-se a densidade 0% conforme equação 1.

2.7 Determinação da densidade básica da árvore

A densidade básica é obtida da relação massa seca e o volume úmido conforme a equação 8.

$$\rho_b = \frac{M_0}{V_v} \quad (8)$$

M_0 : Massa Seca (g)

V_v : Volume Verde (úmido) (cm^3)

ρ_b : Densidade Básica ($g.cm^{-3}$)

Para determinar a densidade básica, não foi necessário determinar a massa seca e o volume saturado. A partir da densidade a 12%, foi determinada a densidade básica conforme equação 9.

$$\rho_b = \frac{0,98\rho_{12}}{1 + 0,24\rho_{12}} \quad (9)$$

2.8 Tecnologia Utilizada

Para o estudo das variações da densidade no sentido longitudinal, foram ajustadas equações do tipo polinomial do terceiro grau. A posição ideal de amostragem simbolizado por (PIA) foi determinada a partir destas equações ajustadas das amostras estudadas C1, C2, S1, S2, H1, H2.

O software utilizado para determinação dos gráficos e ajuste das equações foi o *MICROCAL SOFTWARE, INC. Data analysis and technical graphics software. Origin Professional Version 6.0*, com uma atualização para a versão *Origin professional Version 7.0*. Este software forneceu também os valores da derivada da função ajustada para cada árvore, permitindo a obtenção dos pontos de máximos e mínimos da função.

2.9 Evolução dos recursos para o ano futuro

Para determinar a evolução do consumo de madeira, da receita líquida, do lucro líquido e da produtividade, foi utilizada a técnica de análise ponderada por variação, tomando como base o período de 2003 a 2007 para projeção do ano de 2008 em formas de gráficos, utilizando como base os principais indicadores publicados pela empresa.

Para as análises, foi utilizado como base o Relatório anual de 2007 (DURATEX, 2007).

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

A correlação entre o método de determinação da densidade, método da fita e o método da área, foi de 97% ($p < 0,05$), significando que ambos os métodos têm a mesma eficiência. O método da área é trabalhoso e oferece maior precisão. O método da fita é dinâmico no dia a dia da empresa e pode fornecer resultados rápidos e precisos.

A densidade básica foi determinada pela equação 9 proporcionando a redução dos erros experimentais. O modelo de variação de acordo com a literatura para o gênero *Eucalyptus* é uma diminuição da densidade até a região do DAP seguindo de um acréscimo até aproximadamente 75% da altura comercial da árvore, vindo a diminuir de maneira moderada até a altura comercial (REZENDE, 1997).

As árvores de clones C1 e C2 demonstraram este comportamento, embora as demais um comportamento bastante diferenciados. A Figura 1 representa os valores médios dos discos das seis árvores C1, C2, S1, S2, H1, H2.

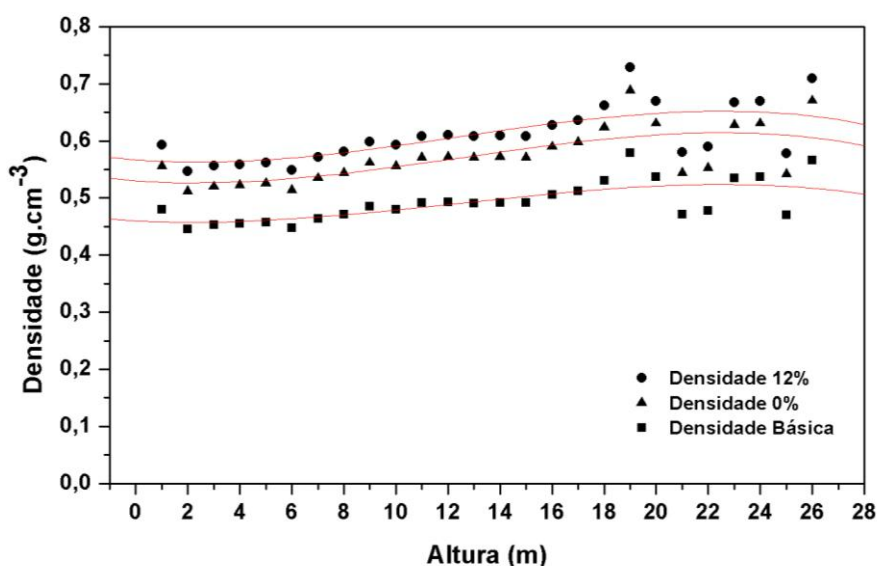


Figura 1 – Variação da Densidade à 12%, 0% e básica de *Eucalyptus grandis*.

As equações ajustadas foram:

$$\rho_{12} = 0,554 - 0,000767 * h + 0,00111 * h^2 + 0,0000259 * h^3 \quad R^2 \text{ 0,50819} \quad (10)$$

$$\rho_0 = 0,518 - 0,0074 * h + 0,00108 * h^2 + 0,00002508 * h^3 \quad R^2 \text{ 0,50916} \quad (11)$$

$$\rho_b = 0,450 - 0,0569 * h + 0,000824 * h^2 - 0,0000191 * h^3 \quad R^2 \text{ 0,51501} \quad (12)$$

Na Figura 1, verifica-se a diminuição da densidade até a posição de três metros e um crescente aumento até a altura de 18 metros aproximadamente, sendo estes os pontos de mínima e de máxima densidade.

Estes pontos devem ser evitados, na retirada de amostras para que os valores de densidade não sejam subestimados, se for coletada próximo ao DAP, nem superestimado, se for próximo a 75% da altura comercial, conforme descrito por Rezende (1997). Alguns dos padrões de variação longitudinal são observados, tais

como: a densidade decresce uniformemente no sentido base-topo; a densidade decresce até certo ponto e, então, se torna crescente até o topo, podendo, às vezes, decrescer levemente na parte superior; a densidade cresce da base para o topo, embora não em uma forma uniforme.

A Tabela 1 foi construída a partir

dos dados das amostras estudadas, com suas respectivas equações ajustadas.

As equações ajustadas foram do tipo polinomial do terceiro grau. Mediante o uso dessas equações foi possível determinar o ponto representativo da densidade média da árvore.

O valor médio de PIA encontrado segundo a Tabela 1 é de 8,72 metros. Isso significa dizer que será possível determinar a densidade média da árvore, utilizando-se

apenas uma amostra na forma de disco em uma posição de 8,72 m.

A Tabela 1 apresenta a posição de mínima e máxima densidade obtida pela derivada da função. Foram ajustadas pelo resultado da Densidade Média a 12% das amostras conforme Tabela 2.

A Tabela 2 apresenta resultados de Densidade Média a 0% determinadas pela equação 1 e Densidade Média Básica determinadas pela equação 9.

Tabela 1 – Valores médios de densidade por árvore, e posição ideal de amostragem (PIA) para retirada dos discos na árvore.

Árvore	Código	Densidade a 12% (média por árvore)	PIA (m)	Altura (m)	Posição de mínima Densidade	Posição de máxima Densidade
1	S1	0,666	7,0	19	--	--
2	S2	0,537	10,1	19	--	--
3	C1	0,559	10,5	25	--	-
4	C2	0,525	10,4	17	--	--
5	H1	0,640	6,5	17	--	--
6	H2	0,661	7,8	16	--	--
Média		0,598	8,72	18,8	3,0	18,0

Tabela 2 – Valores de densidade a 12% e a média dos discos por árvore a cada metro até a altura comercial dos gêneros de seminal de *Eucalyptus grandis*, clones de *Eucalyptus grandis* e clones de híbrido de *Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis*.

N° discos	Amostras						Densidade Média (g.cm ⁻³)		
	Densidade 12% (g.cm ⁻³)						12%	0%	Básica
	S1	S2	C1	C2	H2	H1			
0	0,633	0,553	0,629	0,541	0,439	0,608	0,593	0,556	0,480
1	0,631	0,487	0,533	0,485	0,437	0,601	0,547	0,512	0,446
2	0,630	0,507	0,544	0,487	0,400	0,611	0,556	0,520	0,453
3	0,653	0,478	0,543	0,492	0,445	0,628	0,559	0,523	0,455
4	0,657	0,483	0,539	0,482	0,420	0,648	0,562	0,526	0,457
5	0,661	0,511	0,528	0,498	0,449	0,648	0,549	0,514	0,448
6	0,663	0,520	0,535	0,491	0,435	0,649	0,572	0,535	0,464
7	0,652	0,553	0,542	0,514	0,432	0,642	0,581	0,544	0,471
8	0,685	0,579	0,547	0,523	0,426	0,660	0,599	0,562	0,485
9	0,693	0,533	0,561	0,526	0,430	0,653	0,593	0,556	0,480
10	0,683	0,593	0,562	0,552	0,428	0,649	0,608	0,571	0,492
11	0,695	0,566	0,572	0,548	0,420	0,668	0,610	0,572	0,493
12	0,701	0,531	0,589	0,551	0,410	0,667	0,608	0,571	0,491
13	0,704	0,562	0,576	0,531	0,421	0,674	0,609	0,572	0,492
14	0,687	0,580	0,555	0,550	0,418	0,670	0,608	0,571	0,492
15	0,705	0,574	0,603	0,554	0,423	0,703	0,628	0,590	0,506
16	0,674	0,618	0,636	0,562	0,418	0,693	0,636	0,598	0,512
17	0,699	0,720	0,584	0,609		0,700	0,662	0,624	0,531
18	0,709	0,774		0,704			0,729	0,689	0,579
19	0,717	0,617		0,675			0,670	0,631	0,537
20				0,580			0,580	0,544	0,471
21				0,590			0,590	0,553	0,478
22				0,667			0,667	0,628	0,535
23				0,670			0,670	0,631	0,537
24				0,578			0,578	0,542	0,470
25				0,710			0,710	0,671	0,566

$$PIA = 0,46 H_c \quad (13)$$

A altura máxima média das árvores foi de 18,8 m conforme mostra a Tabela 1. Com esses dados, foi possível deduzir a equação 13, que determina a porcentagem da altura da árvore na qual deve ser retirado o disco.

Na equação 13, PIA correspondente à posição ideal de amostragem e H_c corresponde à altura comercial da árvore e *Tékhne ε Lógos*, Botucatu, SP, v.1, n.2, fev. 2010

demonstra que o disco deve ser retirado a 46% da altura comercial. Com relação à precisão dos resultados, ou seja, a amostra deve ser retirada numa região entre 40 a 50% da altura comercial.

Deve-se ressaltar ainda que este resultado, apesar de permitir certa flexibilidade, é válido somente para gênero *Eucalyptus* nas condições determinadas de idade, altura comercial, aspectos edáficos e climáticos.

A troca de amostragem completa (cinco discos) por apenas um disco, apesar de possível, aumentará a chance de erros experimentais (erro humano na coleta), mas poderá ser viável em casos especiais, permitindo reduzir o número de amostras, facilitando e agilizando a obtenção dos resultados experimentais. Caso haja receio em diminuir o número de amostras, pode-se utilizar três amostras 12,5%, 37,5%, 62,5% e descartar o disco de 87,5% da altura comercial que o resultado será o mesmo não interferindo na média da árvore.

3.1 Análise de custo/benefício

Com esta técnica da fita, é possível reduzir-se o tempo de execução dos procedimentos para determinar a densidade básica.

Este procedimento causa impacto direto na mão de obra, no tempo de execução, na redução dos erros experimentais e na tomada de decisão.

A análise de ponderação e projeção do histórico dos resultados publicados pela empresa (DURATEX, 2007), demonstrou o potencial e perspectiva para o futuro dos investimentos e a melhor maneira de manter-se competitiva e atuante no mercado.

3.2 Ganho de produtividade em relação à receita líquida.

Estima-se que, para o período de 2003 a 2008, o resultado da receita líquida conforme observado Figura 2 demonstrou um crescimento de 109%. O resultado da produtividade por colaborador demonstrou um crescimento de produtividade de 80%. A produtividade (m³/colaborador) e a receita líquida (R\$ mil/colaborador) apresentou evidências de índice confiável de investimento.

Tal eficiência demonstra-se em grande parte das receitas obtidas e despesas incorridas nos resultados obtidos do EBITDA (Lucro Operacional Ajustado) totalizou em 2007 o valor de 558,1 milhões de reais totalizando a margem do EBITDA de 33%.

O desempenho alcançado pela empresa é devido à constante inovação de técnicas, em parques tecnológicos e investimentos em qualificação de seus colaboradores. A produtividade e a receita líquida da empresa, conforme na Figura 2, apresenta evidências de índice confiável de investimento. A comparação entre o investimento em qualificação dos colaboradores e o lucro líquido, foram proporcionais e constantes.

Proporcionalmente o investimento em qualificação foi menor que 1% no período de 2006 e 2007 em comparação

com o lucro líquido. O investimento em qualificação proporcionou à empresa a eficiência nos métodos, por parte de seus

colaboradores, possibilitando maior rentabilidade e o aumento de produtividade.

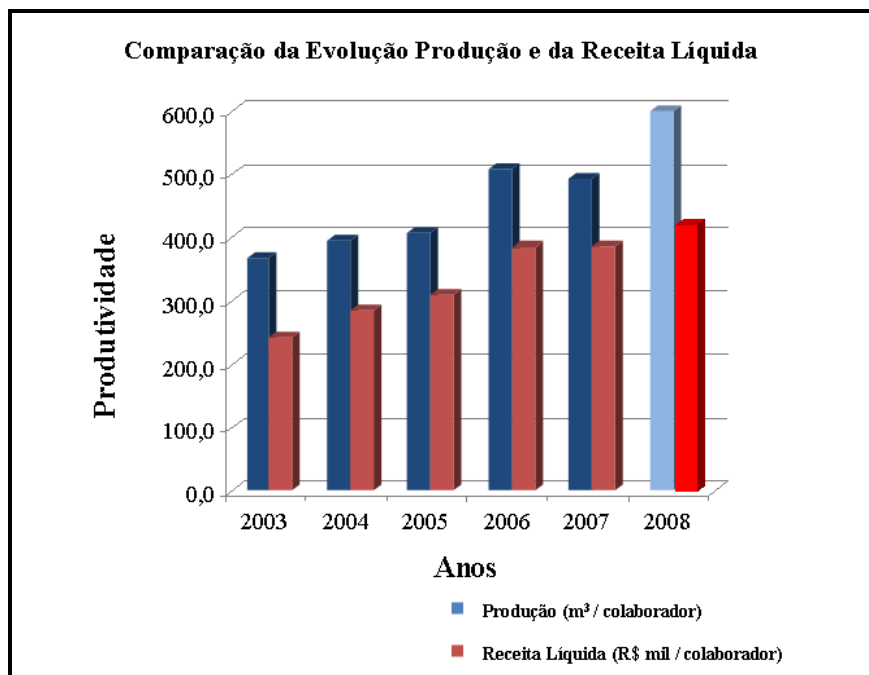


Figura 2 – Comparação da evolução da produtividade referente à produção em (m³/colaborador) e a receita líquida (R\$ mil/colaborador) no período de 2003 a 2007.

Fonte: Dados Duratex S/A, 2007.

A aplicação da técnica para a determinação da densidade média por uma amostra representativa possibilitou a redução do tempo de obtenção da densidade média da árvore.

É possível obter aumento de produtividade e minimizar os erros experimentais fazendo uso das equações 1, 7 e 9 propostas por Rezende (1997). Os experimentos de transformação da densidade utilizando as equações citadas anteriormente são possivelmente

reproduzidas em laboratório em pequena e grande escala, utilizando madeira no momento da chegada do campo por meio de caminhões.

A técnica de determinação da densidade, por imersão, em alta escala pode ser efetuada utilizando um tanque e cerca de um metro cúbico de madeira.

4. CONCLUSÃO

O presente artigo permitiu concluir que: o estudo da variação longitudinal no sentido base-topo possibilitou a redução do número de amostras coletadas por árvore, e a viabilidade da coleta de uma única amostra, representativa da densidade média, entre a região de 40% e 50% da altura comercial.

A produtividade (m³/colaborador) e a receita líquida (R\$ mil/colaborador) apresentaram evidências de índice confiável de investimento.

5. REFERÊNCIAS

DURATEX. **Relatório anual 2007 – Sustentabilidade com criação de valor.** São Paulo, out. 2006. Disponível em: <http://www.duratex.com.br/port/ri/infofin/an/Duratex_ra_2007.pdf>. Acesso em: 28 set. 2008.

FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M.; BARRICHELO, L. E. G. Métodos de determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, Piracicaba, n. 2-3, p. 65-74, 1971.

KARAM, R.; GOTARDELLO FILHO, W. **Exportação de papel e celulose aumenta 16%.** IPEF, Piracicaba, Jul. 2007. Disponível em: <<http://www.ipef.br/servicos/clipping/view.asp?Id=1800>>. Acesso em: 20 jun. 2008.

LIMA, A. B.; REZENDE, M. A. Incrementos médios anuais de volume, massa, e energia do *Liquidambar styraciflua* na região de Agudos/SP. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 18, n. 3, p. 38-47, 2003.

Tékhnē e Lógos, Botucatu, SP, v.1, n.2, fev. 2010

REZENDE, M. A. **Uma abordagem não convencional sobre as principais características físicas da madeira, com ênfase para retratibilidade, massa específica e técnica de atenuação da radiação gama.** 1997. 138f. Tese (Livre-Docência) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

REZENDE, M. A.; SAGLIETTI, J. R. C.; CHAVES, R. *Specific gravity variation of Eucalyptus grandis wood at 8 years old in function of a different productivity indexes.* **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 53, p. 71-78, 1998.

THIERSCH, C. R. **Modelagem da densidade básica, do volume e do peso seco para plantios de clones de Eucalyptus sp.** 2002. 197f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal / Florestas de Produção) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.