

**VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA PRODUZIDA
PELA *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE NO SENTIDO
MEDULA-CASCA EM ÁRVORES DO SEXO MASCULINO E
FEMININO**

Alina C. B. Amaral (*)
Mário Ferreira (**)
G. Bandel (***)

1 - INTRODUÇÃO

Embora o pinheiro brasileiro, *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze, seja uma espécie nativa indígena de grande valor econômico poucos são os estudos conhecidos quanto à qualidade de sua madeira.

Sabe-se atualmente que uma das melhores maneiras de se avaliar a qualidade da madeira é através de sua densidade, pois ela se correlaciona diretamente com o rendimento em polpa e também com as propriedades físico-mecânicas da madeira. Desta maneira, torna-se muito importante o estudo da variação da densidade tanto dentro como entre árvores de uma espécie particular.

Tendo em vista que a *Araucaria angustifolia* é uma espécie dióica, BANZATTO e outros (1968) estudando a densidade básica média de 20 árvores do sexo masculino e 20 árvores do sexo feminino oriundas de povoamentos naturais situados em Clevelândia, Paraná, não encontraram diferença significativa entre sexos. Os valores médios determinados foram $0.470 \text{ g/cm}^3 \pm 0,034$ para o sexo masculino e $0,481 \text{ g/cm}^3 \pm 0,035$ para o sexo feminino.

Dando continuidade ao estudo mencionado acima neste trabalho procuramos verificar a variação interna da densidade no sentido da medula para a casca em árvores dos sexos feminino e masculino, assim como verificar se essas variações eram significativas para os níveis tomados afim de se estabelecer uma amostragem representativa dentro da árvore, no sentido medula casca.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A densidade básica da madeira de coníferas tem sido objeto de numerosos estudos nestes últimos anos, visando-se sobretudo estabelecer métodos de amostragem e determinar as variações da densidade básica em função de inúmeros fatores tais como: clima, solo, origem da semente, espécie, etc.

Quanto aos métodos de amostragem, a tendência moderna é a retirada de amostras de madeira da árvore ao nível do DAP (1,30m acima do solo) através da utilização de sondas Pressler.

(*) Engenheira Agrônoma, bolsista de pós-graduação do CNPq junto ao Departamento de Silvicultura - ESALQ/USP

(**) Docente-livre do Departamento de Silvicultura - ESALQ/USP

(***) Assistente Doutor do Departamento de Genética - ESALQ/USP

Assim é que MADDERN (1965) afirma que tem havido forte tendência para se supor que a densidade do caule possa ser determinada satisfatoriamente através de uma amostragem extraída de ponto fixo.

NYLINDER (1965) para complementar acrescenta que a determinação da densidade da madeira deve ser baseada na amostragem não destrutiva utilizando-se amostras retiradas ao nível do DAP.

ZOBEL (1965) estudando a variação da densidade da madeira e o comprimento das fibras de várias espécies de pinheiros mexicanos, utilizando amostras tomadas ao nível do DAP, menciona a existência de numerosos estudos demonstrando que em **Pinus** spp. os valores obtidos para a densidade da madeira naquele nível representam o valor médio da árvore.

Em relação a variação da densidade dentro da árvore DADSWELL (1957), relatando trabalho da Turnbull (1948), acrescenta que em madeira obtida de plantações ou de povoamentos naturais, tanto para angiospermas como para gimnospermas a densidade aumenta no sentido da medula para a casca, atingindo após certo número de anos um valor constante.

ZOBEL (1965) estudando a densidade em diversas espécies de Pinos mexicanos mostrou que, com algumas exceções a densidade é menor próximo à medula.

NYLINDER (1965.) estudando várias coníferas mostrou que a densidade cresce da medula para a casca. O autor chama a atenção para o fato de que em árvores mais velhas de **P. sylvestris** a densidade pode, entretanto, decrescer nos últimos anéis anuais.

SPURR e HSIUNG (1954) numa revisão sobre taxa de crescimento e densidade relatam que para árvores jovens e adultas, a densidade quase sempre aumenta da medula para a periferia. Em árvores no estágio senil entretanto, há uma tendência para a madeira mais externa ser mais leve que a mais interna.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Material

As amostras de madeira estudadas foram obtidas de árvores de povoamentos naturais de **Araucaria angustifolia** (Bert) O. Ktze situadas no Colégio Agrícola «Assis Brasil» em Clevelândia, Estado do Paraná.

Para o nosso estudo foram utilizadas 18 árvores do sexo feminino e 18 árvores do sexo masculino.

3.2 - Métodos

3.2.1 - Obtenção das amostras

De cada árvore foi retirada por meio de sonda de Pressler (com 5 mm de diâmetro) uma amostra de madeira ao nível do DAP (1,30 m acima do solo) no sentido casca-medula segundo a direção Norte-Sul.

Obtidas as amostras, estas foram identificadas, acondicionadas em sacos plásticos e a seguir levadas ao laboratório onde foram armazenadas em câmaras frigoríficas.

No laboratório, as amostras retiradas da câmara frigorífica foram seccionadas no sentido medula-casca em segmentos de comprimento médio em torno de 4 cm.

3.2.2 - Determinação da Densidade Básica

As amostras de madeira obtidas como relatado no item 3.2.1. foram utilizadas na determinação da densidade básica. Para tal, foram submergidas em água até atingirem saturação completa. A seguir seus volumes foram determinados por mensurações de seus diâmetros e comprimentos médios.

Tanto para a determinação do diâmetro, como para a determinação do comprimento médio, foram utilizados micrômetros com precisão de 0,01 mm.

O volume da amostra (segmento) foi obtido pela fórmula:

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot C$$

onde:

D = Diâmetro médio da amostra.

C = Comprimento da amostra.

Após determinação do volume as amostras foram levadas à estufa de secagem e mantidas a uma temperatura de $105 \pm 3^\circ\text{C}$ até alcançar pesos constantes quando seus pesos secos foram determinados utilizando-se balança com precisão de 0,001 g.

A densidade básica das amostras foi determinada pela fórmula:

$$d = \frac{\text{peso seco } (105 \pm 3^\circ\text{C})}{\frac{\pi}{4} D^2 \cdot C}$$

4 - RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

4.1 - Resultados obtidos

Os resultados obtidos acham-se relacionados nos Quadros I e II.

QUADRO I - Variação da densidade básica expressa em g/cm³ em árvores do sexo feminino de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze, no sentido medula casca.

Medula Árvore n ^o .	Posições →				Casca V 20cm
	I 4 cm	II 8 cm	III 12 cm	IV 16cm	
1	0,476	0,469	0,465	0,465	0,483
2	0,447	0,461	0,519	0,488	0,484
3	0,491	0,508	0,503	0,511	0,529
4	0,497	0,488	0,468	0,506	0,509
5	0,359	0,483	0,551	0,560	0,583
6	0,407	0,443	0,445	0,431	0,448
7	0,488	0,527	0,524	0,530	0,513
8	0,432	0,499	0,507	0,465	0,498
9	0,375	0,387	0,425	0,460	0,449
10	0,393	0,421	0,462	0,451	0,454
11	0,410	0,468	0,507	0,484	0,513
12	0,420	0,433	0,434	0,447	0,455
13	0,442	0,467	0,526	0,538	0,524
14	0,446	0,451	0,470	0,502	0,473
15	0,497	0,530	0,561	0,552	0,514
16	0,482	0,492	0,527	0,553	0,530
17	0,392	0,481	0,518	0,525	0,527
18	0,489	0,496	0,536	0,522	0,507
Média	0,441	0,472	0,497	0,499	0,500

QUADRO II - Variação da densidade básica expressa em g/cm³ em árvores do sexo masculino, de *Araucaria angustifolia* O. Ktze, no sentido medula casca.

Medula Árvore n ^o .	Posições →				Casca V 20cm
	I 4 cm	II 8 cm	III 12 cm	IV 16cm	
1	0,395	0,394	0,410	0,437	0,460
2	0,456	0,480	0,493	0,497	0,516
3	0,468	0,485	0,490	0,493	0,498
4	0,345	0,424	0,473	0,505	0,503
5	0,433	0,454	0,483	0,478	0,464
6	0,401	0,471	0,504	0,487	0,484
7	0,368	0,368	0,420	0,435	0,438
8	0,502	0,499	0,483	0,526	0,512
9	0,460	0,443	0,516	0,503	0,515
10	0,468	0,473	0,537	0,511	0,508
11	0,435	0,442	0,465	0,454	0,451
12	0,450	0,469	0,458	0,471	0,470
13	0,424	0,430	0,443	0,424	0,425
14	0,414	0,462	0,473	0,497	0,487
15	0,475	0,483	0,492	0,492	0,501
16	0,415	0,403	0,448	0,453	0,461
17	0,455	0,446	0,470	0,488	0,485
18	0,454	0,426	0,476	0,524	0,519
Média	0,434	0,448	0,474	0,482	0,483

4.2 - Análises Estatísticas

De posse dos dados estes foram analisados segundo uma regressão por polinômios ortogonais. Estas análises podem ser observadas nos quadros III e IV.

QUADRO III - Análise de regressão por polinômios ortogonais dos dados pertinentes ao Quadro I (sexo feminino).

Causas de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F.
Regressão Linear	1	0,037152	0,037152	57,422**
Regressão Quadrática	1	0,009144	0,009144	14,133**
Regressão Cúbica	1	0,000034	0,000034	0,053
Desvios da Regressão	1	0,000335	0,000335	0,518
Tratamentos	(4)	0,046665	0,011666	18,031**
Blocos	17	0,089640	0,005273	8,150
Resíduo	68	0,043983	0,000647	
Total	89	0,180288	0,002026	

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

Calculada a regressão quadrática, esta foi expressa por:

$$Y = -0,0004x^2 + 0,0125x + 0,397$$

Onde:

Y = densidade básica (g/cm³)

X = posição da amostra segmento tomada de 4 em 4 cm no sentido casca-medula.

QUADRO IV - Análise de regressão por polinômios ortogonais dos dados pertinentes ao Quadro II (sexo masculino).

Causas de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F.
Regressão Linear	1	0,031363	0,031363	77,82**
Regressão Quadrática	1	0,002353	0,002353	5,84**
Regressão Cúbica	1	0,000708	0,000708	1,76
Desvios da Regressão	1	0,000497	0,000497	1,23
Tratamentos	(4)	(0,034921)	(0,008730)	(21,66)**
Blocos	17	0,066561	0,003915	9,71**
Resíduo	68	0,027416	0,000403	
Total	89	0,128898	0,001448	

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

Calculada a regressão quadrática, esta foi expressa por:

$$Y = -0,0002x^2 + 0,008x + 0,403$$

Onde:

Y = densidade básica (g/cm³)

X = posição da amostra segmento tomada de 4 em 4 cm no sentido casca-medula.

QUADRO V - Confronto pelo Teste de Tukey das densidades básicas médias de árvores do sexo feminino de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze nas posições I, II, III, IV e V.

	m I	m II	m III	m IV	m V
MÉDIAS	0,441	0,472	0,497	0,499	0,500
m I = 0,441	-	0,031**	0,056**	0,058**	0,059**
m II = 0,472	-	-	0,025*	0,027**	0,028*
m III = 0,497	-	-	-	0,002	0,003
m IV = 0,499	-	-	-	-	0,001
m V = 0,500	-	-	-	-	-

QUADRO VI - Confronto pelo Teste de Tukey das densidades básicas médias de árvores de sexo masculino de **Araucaria angustifolia** (Bert) O. Ktze nas posições I, II, III, IV e V.

	m I	m II	m III	m IV	m V
MÉDIAS	0,434	0,448	0,474	0,482	0,483
m I = 0,434	-	0,014	0,040**	0,048**	0,049**
m II = 0,448	-	-	0,026**	0,034**	0,035**
m III = 0,474	-	-	-	0,008**	0,009
m IV = 0,482	-	-	-	-	0,001
m v = 0,483	-	-	-	-	-

5 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

As análises de regressão por polinômios ortogonais dos dados apresentados nos Quadros III e IV revelaram significância ao nível de 1% de probabilidade para a regressão linear, tanto para árvores do sexo feminino como para árvores do sexo masculino. Revelaram ainda, alta significância, ao nível de 1 % de probabilidade, para a regressão quadrática em indivíduos de ambos os sexos.

Calculada as equações das regressões quadráticas estas revelaram uma contribuição mínima do efeito quadrático. pois podemos notar que em ambas as equações o coeficiente de X^2 é muito pequeno:

$$Y = -0.0004x^2 + 0.0125x + 0.397 \text{ para indivíduos do sexo feminino}$$

e

$$Y = -0.0002x^2 + 0.008x + 0,403 \text{ para indivíduos do sexo masculino.}$$

Estas análises revelaram ainda, uma alta significância para blocos (ao nível de 1% de probabilidade} para ambos os sexos, indicando uma alta variabilidade individual. Esta variabilidade individual pode ser melhor observada. nos quadros I e II onde temos indivíduos com alta densidade ao lado de indivíduos de densidade mais baixa.

Os quadros V e VI trazem o confronto das densidades médias das árvores de ambos os sexos entre os diversos níveis tomados. Para tal foi empregado o teste de Tukey e êste nos revelou diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade entre as densidades média dos diversos níveis, ou seja, os primeiros níveis (região mais próxima à medula) apresentaram diferenças quando comparados com os últimos (região mais próxima à casca). Os últimos níveis (região mais próxima à casca) não apresentaram diferenças significativas entre si.

Com base nestes resultados podemos concluir que:

- 1) Em povoamentos naturais de **Araucaria angustifolia** (Bert) O. Ktze tanto indivíduos do sexo feminino como do sexo masculino, se comportam idênticamente quanto à variação da densidade básica tomada da medula para a casca.
- 2) Esta variação segue em ambos os sexos um efeito acentuadamente linear, com uma pequena contribuição do efeito quadrático.

3) Portanto, a densidade básica nas árvores estudadas cresce da medula para a casca. Êste crescimento é bastante acentuado na madeira mais próxima à medula, enquanto que na madeira mais próxima a casca êle é muito pequeno, e há aí uma tendência para que a densidade se torne constante.

4) As árvores estudadas apresentaram uma alta variabilidade individual tanto para indivíduos do sexo feminino como masculino, o que nos permite concluir que existem ótimas possibilidades para um programa de melhoramento visando a seleção de matrizes nestes povoamentos.

6 - RESUMO

O presente trabalho é um estudo da variação da densidade básica da **Araucaria angustifolia** (Bert.) O. Ktze da medula para a casca em indivíduos do sexo feminino e masculino. Para tal foram tomadas 18 árvores do sexo feminino e 18 do sexo masculino oriundas de povoamentos naturais situados em Clevelândia, Estado do Paraná. Desenvolvidas as técnicas de laboratório e obtidos os dados, após análise dos mesmos chegou-se a conclusão de que a densidade básica da madeira ao nível do DAP cresce da medula para a casca, com uma tendência a se tornar constante mais próximo desta, tanto em árvores do sexo masculino como do sexo feminino e que essa densidade apresenta alta variabilidade individual o que é de grande interêsse para os melhoristas, na seleção de matrizes.

7 -SUMMARY

This present work is a study of the variation of basic density of **Araucaria angustifolia** (Bert) O. Ktze, from the pith to the bark, in both female and male trees.

For this experiment, eighteen female and eighteen male trees were used, all from natural stands in Clevelândia, Paraná state.

All the laboratory techniques developed and once results were obtained, after analyses a conclusions was reached the basic density of wood at DBH level, increases from the pith to the bark, tending to become constant when near the bark in both male and female trees. This density showed to vary a lot individual to individual what is of great importance in improvements in selecting mother-trees.

8 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BANDEL G. e GURGEL J.T.A. (1967). Proporção do sexo em pinheiro brasileiro - SILVICULTURA EM SÃO PAULO N.º 6 (único): pp. 209-220.

BANZATTO, A.C. e outros (1969). Variação da densidade básica da madeira da **Araucaria angustifolia** (Bert.) O. Ktze. 0 SOLO N.º 2 pp. 43-45.

DADSWELL, H. E. (1957). Tree growth characteristics and their influence on wood struture and properties Brit. Commonwealth Forestry, Conf. 7th Cont. Australia and New Zealand - 19 pp.

MADDERN, J.H. (1965). The heritability of wood density. Intern. Union Forest. Research organization, Meeting section 41. Melbourne. Vol. II. 20 pp.

NYLINDER, P. (1965). Non destructive field sampling systems for determining the wood density of standing timber over large areas, variation within and between species an the influence of environmental and other factors on wood density. Intern. Union Forest. Research Organizations, Meeting Section. 41. Melbourne. Vol. II: 13 pp.

PHILLIPS, E.W.J. (1965). Methods and equipment for determining the specific gravity of wood. Intern. Union Forest Research Organizations. Meeting Section 41. Melbourne. Vol. II.

SPURR, S.H. e HSIUNG, W. (1954). Growth rate and specific gravity in conifers. J. Forestry 52 (3): 191-200.

ZOBEL, B.J. (1965) .Variation in specific gravity and Tracheid Length for several species of Mexicans Pine - *Silvae Genetica* 14:1; 1-36.