

## Resumo

O presente estudo teve como objetivo determinar e comparar a variação da densidade básica da madeira de *Cedrela fissilis*, espécie pertencente a família Meliaceae e conhecida popularmente como Cedro, ao longo do fuste. A amostragem foi realizada em três árvores selecionadas de forma aleatória na Floresta Ombrófila Densa, nos municípios Apiuna e Presidente Nereu Ramos, no estado de Santa Catarina - SC. As árvores foram abatidas e tiveram suas variáveis dendrométricas medidas. A densidade básica foi determinada em amostras de 1,5 x 1,5 x 5 cm, retiradas da parte interna do disco (cerne) e da parte externa (alburno), sendo estas coletadas à altura do peito (DAP), 0%, 10%, 50%, 75%, 95% do ponto de inversão morfológica e, acima deste, coletou-se duas amostras de galhos, denominadas como G<sub>1</sub> e G<sub>2</sub>. A densidade básica foi obtida através da relação entre o peso seco e o volume verde das amostras, mostrando-se decrescente da base para o topo da árvore. Na realização da Análise de Variância (ANOVA), puderam ser constatadas diferenças estatisticamente significativas entre as médias das densidades ao longo do tronco e dos galhos: a densidade básica média foi de 431,06 kg m<sup>3</sup>. A uniformidade encontrada na densidade básica ao longo do fuste é uma característica que confere à espécie estabilidade e segurança para sua utilização em projetos estruturais, porém são necessários estudos mais aprofundados para melhor fundamentação científica de suas propriedades físicas e tecnológicas.

**Palavras-chave:** massa específica; propriedades físicas; utilização da madeira

## Determinación de la densidad básica de la madera del cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) a lo largo del fuste

### Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar y comparar el cambio de la densidad básica de la madera de *Cedrela fissilis* a lo largo del fuste. Esta especie pertenece a la familia de las Meliaceae y popularmente conocida como cedro. La muestra se realizó en tres árboles seleccionados aleatoriamente en Floresta ombrófila densa de las municipalidades de Apiuna y Presidente Nereu Ramos del Estado de Santa Catarina. Los árboles fueron abatidos y fueron medidas sus variables dendrométricas. Su densidad básica fue determinada en muestras de 1,5cm x 1,5 cm, retiradas del disco interior (cerne) y de la parte externa (alburno) colectadas a la altura del pecho (DAP), 0%, 10%, 50%, 75% y 95% del punto de inversión morfológica. Arriba deste límite fueron recogidas dos muestras de ramos denominadas: G<sub>1</sub> y G<sub>2</sub>. La densidad básica fue obtenida por la relación entre el peso seco y el volumen verde de las muestras. El resultado se mostró decreciente de la base para la copa. Al realizar el análisis de variedad (ANOVA) constatamos diferencias estadísticamente significativas entre las medidas de las densidades a lo largo del tronco y de los ramos. En este caso la densidad básica fue de 431,06 kg m<sup>-3</sup>. La uniformidad encontrada es una característica que confiere a la especie estabilidad y seguridad para su utilización en proyectos estructurales. A pesar de todo son necesarios otros estudios para fundamentar mejor y con fidedignidad sus propiedades físicas y técnicas.

**Palabras-llave:** Maza específica; propiedades físicas; utilización de la madera

## Introdução

A massa específica reflete a quantidade de matéria lenhosa por unidade de volume, ou do

volume de espaços vazios existentes em uma madeira. Assim, deve-se observar que a avaliação da qualidade da madeira com base na densidade é bastante útil do ponto de vista tecnológico, sendo um excelente

1 Mestrando em Manejo Florestal, UNICENTRO, bolsista CAPES, alvarofvalerio@yahoo.com.br

2 Prof. Adjunto do Departamento de Agronomia da UNICENTRO, Bolsista Produtividade CNPq luciano.watzlawick@pq.cnpq.br ; farinha@irati.unicentro.br

3 Acadêmico de Engenharia Florestal, UNICENTRO, silvestrefloresta@yahoo.com.br

4 Prof. Dr. da Universidade Federal do Paraná -UFPR, koehler@ufpr.gob.br

indicador das propriedades da madeira (VALE, BRASIL e MARTINS, 1999).

Além de ser um indicativo da qualidade da madeira, constitui-se em um excelente índice para a análise de viabilidade de seu emprego em diversas finalidades, a densidade da madeira reveste-se de especial importância por ser uma característica passível de melhoramento genético e considerada altamente herdável (LOPES e GARCIA, 2002).

Para Chimelo (1980), a densidade básica é considerada a propriedade física mais importante da madeira, tratando-se de um parâmetro significativo tanto para os geneticistas quanto para os tecnólogos da madeira, pois guarda grandes relações com outras propriedades e com o uso da madeira.

Porém, Busnardo et al (1987) afirma ser uma característica bastante complexa, resultante da combinação de caracteres anatômicos, físicos e químicos. E a respeito da variabilidade da massa específica básica, deve-se considerar as variações existentes entre gêneros, entre espécies pertencentes ao mesmo gênero, bem como entre árvores.

Pode-se observar que a densidade básica da madeira é influenciada por vários fatores e varia significativamente em função da idade, procedência, local de origem, espaçamento; em função da taxa de crescimento entre gêneros e espécies, e até mesmo entre árvores da mesma espécie. (FERREIRA e KAGEYAMA, 1978; TOMAZELLO FILHO, 1985; SOUZA, CARPIM e BARRICHELO, 1986).

A literatura pertinente tem apresentado, ao longo de décadas, inúmeros trabalhos que evidenciam a relação da densidade básica da madeira com outros fatores, como as dimensões das fibras; e, particularmente, com a espessura da parede celular, volume de vasos e parênquimas, proporção entre madeira primaveril e outonal, e arranjo dos elementos anatômicos. A densidade é um importante fator na determinação das propriedades físicas e mecânicas que caracterizam diferentes espécies lenhosas, diferentes árvores de uma dada espécie, e até mesmo diferentes regiões de uma mesma árvore, em função de sua variabilidade (FOELKEL et al., 1971).

Segundo Klock (2000), a utilização intensiva da madeira como matéria-prima para fins industriais ou construtivos só pode ocorrer a partir do conhecimento

adequado de suas propriedades. Por ser um elemento orgânico heterogêneo, composto basicamente de celulose, polioses (hemiceluloses), lignina e extrativos, apresenta uma versatilidade enorme de usos para obtenção de uma série de produtos. O aprimoramento do emprego de novas tecnologias para transformação e uso racional da madeira na geração de novos produtos, requer o conhecimento adequado de suas características e comportamento como matéria-prima.

A espécie *Cedrela fissilis* Vell. pertence à família Meliaceae e é uma árvore de porte arbóreo, com ampla adaptação em toda América Latina (MATTOS, 1980; PENNINGTON e STYLES, 1881). Contudo, é uma espécie uniformemente rara (BAWA e ASHTON, 1991), considerada como alógama (STYLES, 1972; CARVALHO, 1994). Segundo Lorenzi (1992), apresenta madeira variável de leve à moderadamente pesada, macia ao corte e notavelmente durável em ambiente seco, sendo o alburno distinto do cerne. Sua madeira com características nobres provocou uma intensa e irracional exploração no passado (PINAZZO, 1992), colocando a espécie sob severa erosão genética devido a perdas de muitas populações e indivíduos (FAO, 1996).

Conforme exposto, percebe-se a importância da densidade da madeira para a indústria de base florestal, bem como para a realização de estudos com espécies nativas e é a partir dessa premissa que o presente trabalho tem como objetivo a determinação da variação e comparação da densidade básica da madeira do cerne (parte interna), alburno (parte externa) e dos galhos de *Cedrela fissilis* Vell.

## Materiais e métodos

A área florestal em que foi realizado o estudo localiza-se entre os paralelos 27° 08' 34" e 27° 15' 37", latitude sul, e entre os meridianos 49° 11' 57" e 49° 17' 28", longitude oeste, de Greenwich, nos municípios de Apiúna e Presidente Nereu Ramos, Estado de Santa Catarina, compostos pelo baixo, médio e alto vale do Rio Itajaí e compreendendo uma área total de 3799,2 hectares.

Conforme classificação da vegetação brasileira, realizada segundo o IBGE (1992) e Klein (1978), a

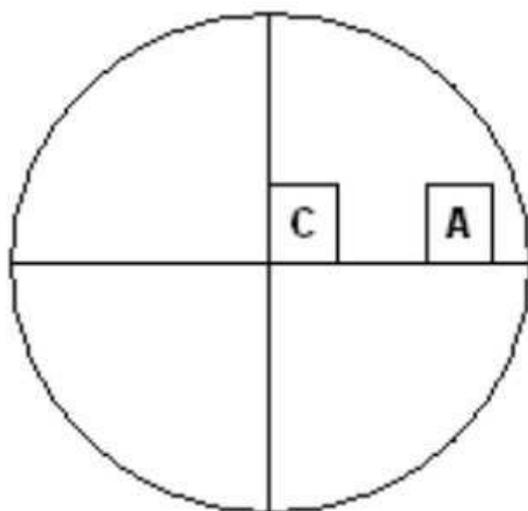
vegetação original da Bacia do Itajaí é, em sua maior parte, uma densa floresta pluvial tropical, chamada de Floresta Ombrófila Densa (VELLOSO, RANGEL FILHO e LIMA, 1990).

Embora localizada em zona de clima subtropical, esta floresta mostra todas as características da floresta pluvial tropical: grande riqueza específica, onde foram encontradas 359 espécies arbóreas e arbustivas, pertencentes a 72 famílias (SEVEGNANI et al., 2003).

Em campo, foram selecionadas ao acaso e identificadas três árvores amostras, que tiveram, em seguida, suas variáveis dendrométricas medidas. Após, o tronco foi seccionado a diferentes alturas, sendo retirada uma fatia a 0,0%, 10%, 50%, 75%, e 95%, tomando-se por base a altura do ponto de inversão morfológica, além de uma fatia a 1,30 m do solo (DAP) e uma de galho. A espessura dos discos foi de aproximadamente 5 cm.

A determinação da densidade básica (relação entre massa seca em estufa e o volume no estado completamente saturado) foi realizada com corpos de prova de madeira com 1,5 x 1,5 x 5,0 cm, retirados das porções internas e externas das fatias sem casca (Figura 1) coletadas em 6 posições ao longo do fuste e 1 de galho em cada árvore.

**Figura 1.** Sistema de amostragem realizado nos discos de *Cedrela fissilis* Vell.



Onde: C = Cerne (parte interna)  
A = Alburno (parte externa)

A densidade básica foi calculada utilizando-se a relação:

$$Db = (Ms / Vs) * 100$$

Onde:

Db= densidade básica ( $\text{kg m}^{-3}$ );

Ms= massa do corpo de prova seco (g);

Vs = volume do corpo de prova em estado saturado ( $\text{cm}^3$ ).

Os corpos de prova foram inicialmente deixados em água para saturação. Após a determinação do volume, os corpos de prova foram colocados em estufa com temperatura de  $103 \pm 2^\circ \text{C}$  para secagem até peso constante, obtendo-se o peso completamente seco.

## Resultados e discussões

Os resultados médios obtidos de densidade da parte interna e externa da árvore, para as diferentes alturas, são mostrados na tabela 1. A densidade básica na parte interna apresentou valores inferiores à densidade na parte externa, fato que se opõe ao contido em vários trabalhos comumente encontrados na literatura e descritos em estudos realizados com outras espécies florestais por Oliveira e Silva (2003), Rezende e Ferraz (1985) e Tomazello Filho (1987). Apesar das densidades apresentarem algumas variações de acordo com a posição na árvore, as mesmas seguem uma tendência de aumento semelhante no sentido da base para o topo da árvore, o que indica que quando suas peças forem submetidas ao processo de secagem terão uniformidade na perda de água, reduzindo assim, significativamente, a deformação do material.

A densidade básica demonstrou aumento no sentido da medula (parte interna) para a região cambial (parte externa). Este crescimento também foi observado por Amaral et al., (1971), em estudos de densidade com *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze.

Verifica-se tanto na parte interna como externa do fuste, a tendência de aumento da densidade no sentido do topo para a base da árvore, característica comum em espécies folhosas e semelhante às observadas por Sturion et al (1987) para várias espécies do gênero *Eucalyptus* e Scolforo (2004) em *Eremanthus erythropappus* (DC) MacLeish.

**Tabela 1.** Média das densidades em kg/m<sup>3</sup> para as diferentes alturas testadas para a parte interna e externa da árvore de *Cedrela fissilis* Vell.

Posição na árvore	Alturas relativas						
	0,00%	10%	DAP	50%	75%	95%	G <sub>1</sub> /G <sub>2</sub>
Parte externa (kg/m <sup>3</sup> )	480,59	461,28	433,84	440,41	428,20	412,65	527,78
Parte interna (kg/m <sup>3</sup> )	481,66	403,65	393,17	372,49	361,45	346,07	491,54

Os resultados médios determinados para densidade básica da madeira de *Cedrela fissilis*, ao longo do fuste das árvores amostradas, juntamente com seus desvios padrões, desconsiderando a posição no fuste (interna e externa), são apresentados na tabela 2.

As árvores analisadas apresentaram grande variabilidade individual de densidade, o que sugere a existência de ótimas possibilidades para um programa de melhoramento genético visando a seleção de matrizes.

A análise de variância (Tabela 3) revelou existir diferença de densidade entre a parte interna e externa da árvore e para as alturas relativas estudadas.

Mostrou também, que os fatores altura da árvore e posição do tronco não são independentes.

As figuras 2, 3 e 4 ilustram as tendências observadas para a densidade básica média, interna e externa ao longo do fuste.

O maior valor para densidade foi observado na base da árvore (0%) na região do alburno, com 585,63, e o menor no topo (95%), na região do cerne, com 285 kg m<sup>-3</sup>. A maior média de densidade foi observada para os galhos, com 509,66 kg m<sup>-3</sup>, sendo a densidade do fuste, de 431,06 kg m<sup>-3</sup>, inferior aos valores apresentados para a mesma espécie por Lorenzi (1992), de 550 kg m<sup>-3</sup>.

**Tabela 2.** Densidade básica média por posição (altura) relativa ao longo do fuste das árvores amostradas de *Cedrela fissilis* Vell.

Posição	Densidade média (Kg/m <sup>3</sup> )	Desvio padrão	Nº de amostras
0% da altura	481,12	82,71	6
10% da altura	432,47	73,86	6
1,30 m da altura	413,50	90,87	6
50% da altura	406,45	96,74	6
75% da altura	394,82	83,17	6
95% da altura	379,36	96,10	6
Galhos	509,66	62,36	6

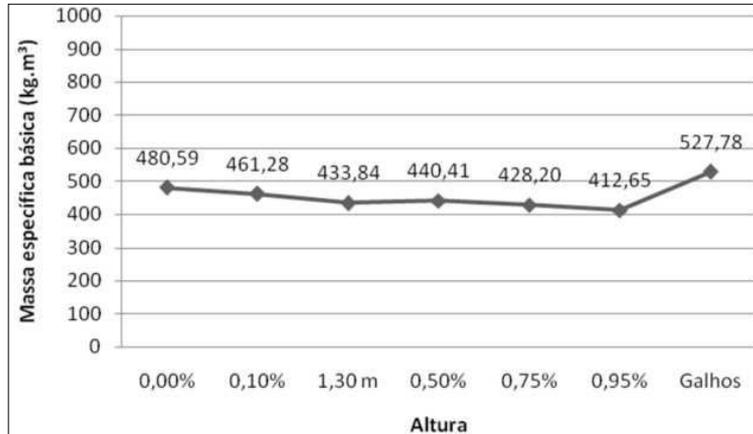
**Tabela 3.** Resultados da análise de variância e do teste de Bartlett para posição e altura.

Fonte de variação	GL	Soma de quadrado	Quadrado médio	F observado
Bloco	2	0,0785	0,0392	7,3193*
Tratamento	11	0,0521	0,0047	0,8842*
Posição1	1	0,0078	0,0078	1,4508*
Altura1	5	0,0314	0,0063	1,1701*
Posição x altura1	5	0,0130	0,0026	0,4849*
Erro experimental	22	0,1180	0,0054	
TOTAL	35	0,2486		

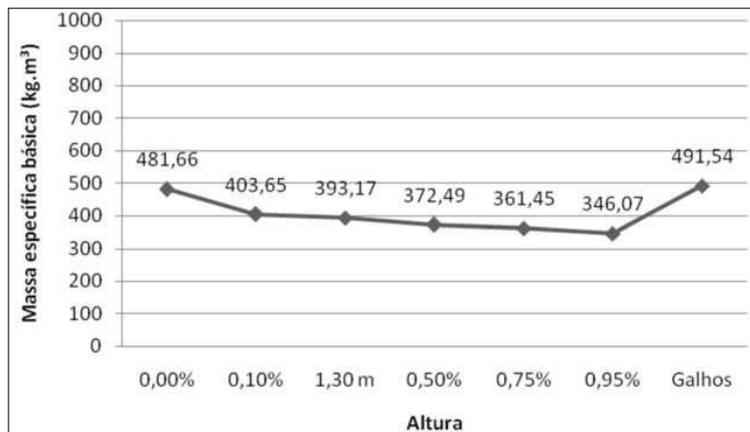
<sup>1</sup> - teste de Bartlett e homogeneidade de variâncias

\* - significativo a 95% de probabilidade

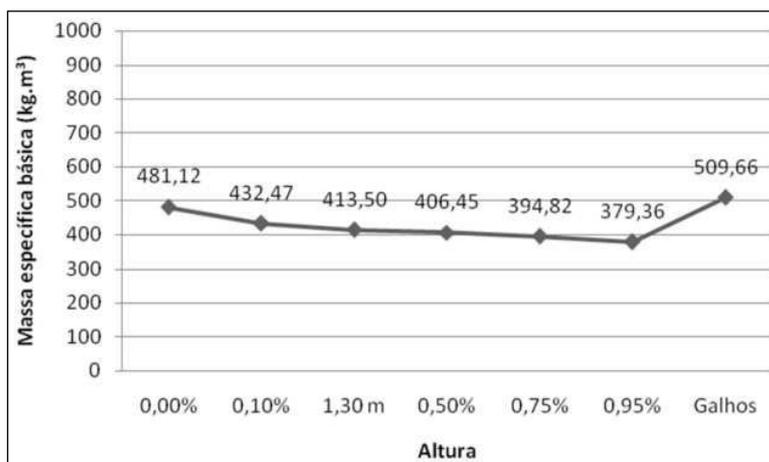
**Figura 2.** Densidade básica externa da madeira de *Cedrela fissilis* nas alturas relativas ao longo do fuste das árvores.



**Figura 3.** Densidade básica interna da madeira de *Cedrela fissilis* nas alturas relativas ao longo do fuste das árvores.



**Figura 4.** Densidade básica média da madeira de *Cedrela fissilis* nas alturas relativas ao longo do fuste das árvores.



Dias e Lahr (2004), em estudos de densidade aparente envolvendo as espécies *Cedrela odorata* e *Cedrela* sp., encontraram uma massa específica básica de 514 e 512 kg m<sup>-3</sup>, respectivamente, que são valores próximos aos observados neste estudo.

A densidade básica observada encontra-se dentro dos limites recomendados para madeiras serradas a serem utilizadas na indústria moveleira, o que garante também boa trabalhabilidade. Além disso, a densidade encontrada indica que a espécie possivelmente apresenta uma maior retratibilidade, o que confere estabilidade para os produtos fabricados com esta madeira.

Comparando a espécie estudada com madeiras tradicionalmente utilizadas pelas indústrias moveleiras da região, observa-se proximidade à média de densidade encontrada neste estudo. A espécie *Araucaria* (*Araucaria angustifolia*), uma das mais requisitadas para fabricação de móveis, apresenta uma densidade básica média de 555 kg m<sup>-3</sup> (LORENZI, 1992). Enquanto que as espécies *Bracatinga* (*Mimosa scabrella* Benth.) e *Eucalyptus* (*Eucalyptus viminalis*), comumente utilizadas para fins energéticos, tem densidades de 521 e 0,489 kg m<sup>-3</sup>, respectivamente, (PEREIRA e LAVORANTI, 1986; STURION et al., 1988) e a espécie *Pinus* (*Pinus taeda*), utilizada na indústria moveleira, apresenta densidade média

entre 390 a 430 kg m<sup>-3</sup> (GONZALEZ et al., 1993; SUIREZS, 2000).

## Conclusões

Através da análise dos resultados obtidos pode-se concluir que a densidade básica média da madeira de Cedro (*Cedrela fissilis*) é de 431,06 kg m<sup>-3</sup>, ao longo do fuste, apresentando diferenças estatisticamente significativas entre as densidades e em relação a posição da parte interna e externa, não atingindo independência em relação à altura.

A densidade básica encontrada ao longo do fuste é uma característica que confere estabilidade e segurança para a utilização da espécie em projetos estruturais, porém faz-se necessária a realização de estudos mais aprofundados para uma melhor fundamentação científica de suas propriedades físicas e tecnológicas.

A variabilidade individual da densidade das árvores analisadas indica a existência de ótimas possibilidades para um programa de melhoramento genético visando a seleção de matrizes.

## Referências

Apresentadas no final da versão em inglês.