

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA NO SENTIDO MEDULA-CASCA  
E AO LONGO DA CIRCUNFERÊNCIA DO TRONCO, EM SECÇÕES  
TRANSVERSAIS DE *Pinus caribaea* COM LENHO DE REAÇÃO

**LUCIANA DINIZ DE SANTA ROSA**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

ORIENTADOR: PROF<sup>o</sup> ALEXANDRE MONTEIRO DE CARVALHO

Seropédica, RJ

2006

VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA NO SENTIDO MEDULA-CASCA  
E AO LONGO DA CIRCUNFERÊNCIA DO TRONCO, EM SECÇÕES  
TRANSVERSAIS DE *Pinus caribaea* COM LENHO DE REAÇÃO

**LUCIANA DINIZ DE SANTA ROSA**

MONOGRAFIA APROVADA EM: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho - UFRRJ  
Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. MSc. Érika da Silva Ferreira - UFRRJ

---

ENG<sup>a</sup>. Florestal Kelly Carla Almeida de Souza - UFRRJ

Esta monografia é dedicada  
a minha mãe, que sempre me  
incentivou nos estudos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado nesta longa caminhada e estar presente nas horas mais difíceis, me ajudando a superar todos os obstáculos encontrados;

À minha mãe Lúcia, pelo apoio que sempre me deu, por todo o seu amor, dedicação e por tudo na minha vida e que mesmo estando tão longe sempre foi muito presente em todos os meus momentos;

Ao meu pai Carlos Alberto, por todo o seu amor e carinho, sempre;

Aos meus irmãos Raquel e Carlos Henrique por sempre acreditar no meu potencial e por estar sempre ao meu lado incentivando, colaborando de todas as maneiras possíveis;

Ao querido Lacerda, que sempre foi como um pai, acreditando sempre no meu potencial e fazendo tudo para o meu sucesso, sempre;

Às minhas tias, Josete e Creuza que sempre estiveram presentes na minha vida e pelo grande apoio que sempre prestaram para que eu continuasse minha graduação;

Às minhas avós Inês e Carmelita por tudo que fizeram por mim;

Ao meu marido Manuel, por ter estado sempre ao meu lado, aturando minhas angústias, preocupações ao longo da minha

graduação e para com a conclusão deste trabalho, me dando grande apoio;

À minha segunda mãe Elizabethe, por toda confiança depositada, por tudo o que ela fez neste longo percurso;

À minha querida madrinha Marlene, por ter acreditado no meu potencial e pelas lindas palavras de apoio, que contribuíram muito para a minha formação profissional;

Ao meu orientador Alexandre Monteiro de Carvalho, que depositou em mim confiança para a realização deste trabalho, contribuindo para a minha formação profissional;

Aos funcionários da marcenaria, pela grande ajuda nos trabalhos práticos;

Ao Mendes, por tudo o que ele fez e pela sua paciência;

Aos meus grandes amigos Alysson (Neguim) e Vinícius, por me aturarem em todos esses anos, sempre prestativos e pacientes;

As minhas grandes amigas de quarto Aline, Carol, Janaína, Paula, Ivanete e Cláudia pela amizade que construimos durante esses anos e por todo apoio que me deram, me aturando nos momentos mais difíceis e por estarem sempre presentes nos anos mais importantes da minha vida;

As minhas grandes amigas Thaís, Josie , Aline Aguiar,  
Joelma, Ludmila e aos amigos que conquistei ao longo do curso  
e por toda a ajuda prestada ao longo do curso;

Muito Obrigada!

## Sumário

	Pág.
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>4</b>
2.1. LENHO DE REAÇÃO.....	4
2.2. LENHO DE COMPRESSÃO.....	5
2.3. LENHO DE TRAÇÃO.....	8
2.4. DENSIDADE BÁSICA.....	11
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
3.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL.....	14
3.2 CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA.....	15
3.3 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA.....	17
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>36</b>

## **Resumo**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variação da densidade no sentido medula-casca e ao longo da circunferência do tronco, em secções transversais de *Pinus caribaea*, com idade de 27 anos, no Campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no Município de Seropédica, RJ. Para tal, foram coletadas árvores no campo e destas retirados discos ao longo do tronco de forma aleatória. A variação da densidade básica ao longo da circunferência no lenho de reação foi menor quando comparado com o lenho normal, por apresentar uma região que sofre compressão. Já a variação da densidade básica no sentido medula-casca no lenho de reação foi maior na medula do que quando comparada com o lenho normal.



## **Abstact**

The objective of this work was to evaluate the variation of the basic density in the direction marrow-rind and throughout the circumference of the trunk in transversal sections of *Pinus caribaea* with age of 27 years that presented collected wood reaction/compression, collected in Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro in the city of Seropédica, RJ. For such trees with raised defect and of these removed records had been showed. The variation of basic density throughout the circumference of the trunk in records with reaction log lesser when was compared with records without this defect, for presenting a region that suffered compression. Already the variation of the basic density in the direction marrow-rind in records with reaction log/compression was bigger in the region of the marrow when compared with records of normal log.

## 1. INTRODUÇÃO

Espécies do gênero *Pinus* sp vêm sendo introduzidas no Brasil há mais de um século para várias finalidades. Muitas delas foram trazidas pelos imigrantes europeus, para fins ornamentais e para produção de madeira (AMBIENTE, 2006).

Os colonizadores portugueses foram os que introduziram as primeiras plantas exóticas no país, tanto da Europa como de outros países e regiões que visitavam (LORENZI et al., 2003).

Outra forma de introdução de espécies exóticas foi feita pela Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, nos anos 60, com a importação de espécies de *Pinus* tropicais, cultivados nas Estações Experimentais do Instituto Florestal, para obtenção de madeira e celulose (LORENZI et al., 2003).

O gênero *Pinus* é o mais antigo da família *Pinaceae*, tendo surgido há aproximadamente de 180 milhões de anos. Seu centro de origem é o Hemisfério Norte, ocorrendo entre latitudes de 0° a 70° e altitudes de 0 a 3.500m (VICENTE et al., 2005)

O pinheiro é a espécie comercialmente mais importante para a produção de madeira nas regiões temperadas e tropicais do planeta. Muitos deles são utilizados como matéria-prima para a produção da celulose, que é empregada na produção de papel. Isso porque possui madeira leve e de rápido crescimento. Além disso, as espécies também podem ser

plantadas com grande densidade populacional e a queda de suas folhas (acículas) produz um efeito alelopático em plantas de outras espécies, ou seja, as folhas inibem o crescimento de outras plantas (denominadas de plantas daninhas nas florestas plantadas), o que provoca uma redução na competição por água, luz e nutrientes nas florestas de pinheiros (WIKIPÉDIA, 2006).

No Brasil, a utilização de *Pinus*, na indústria madeireira tem sido crescente nos últimos anos. As estimativas indicam que do volume de madeira serrada produzida no País, estimada em aproximadamente 18 milhões de m<sup>3</sup>, mais de 35% seja de madeira de *Pinus* sp (BALLARIN & PALMA, 2003).

Atualmente, no Brasil, existem aproximadamente 1,8 milhões de hectares de plantações constituídas por espécies de *Pinus* sp, das quais 46% são de *Pinus taeda* (TOMASELLI, 1998, citado por BALLARIN & PALMA, 2003). Portanto, trata-se de uma espécie importante para o fornecimento de matéria-prima, especialmente nas Regiões Sul e Sudeste do país (BALLARIN & PALMA, 2003).

A espécie *Pinus caribaea*, pertencente à família Pinaceae, ocorre naturalmente na região do Novo Mundo e faz parte do grupo de espécies de pinus com área de distribuição na América Central, Caribe, México, Sul do Arizona e Novo México (WIKIPÉDIA, 2006).

Essa espécie possui um elevado valor econômico, atingindo 15-30 m de altura, sua copa a princípio piramidal, com o passar dos anos torna-se de forma variável, ampla, globosa, esparsa, e com ramos horizontais partindo em diferentes direções de pontos ao longo do tronco (LORENZI et al., 2003).

A espécie tem grande potencial de cultivo no Brasil, já havendo recomendação de procedências adequadas para a região Sudeste já que é bem adaptável às nossas condições edafoclimáticas. A produção de sementes é abundante nas regiões de cultivo no Brasil.

Sendo assim, de acordo com esse perfil e as possibilidades reais de reflorestamento no Brasil, torna-se importante o estudo da variação da densidade desta espécie. Do ponto de vista tecnológico, a avaliação da qualidade da madeira com base na densidade é muito útil, sendo um excelente indicador das propriedades da madeira.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a variação da densidade básica no sentido medula-casca, ou radial, e ao longo da circunferência do tronco, em secções transversais de *Pinus caribaea* contendo madeira de reação, a fim de utilizá-la como ferramenta adicional para os estudos da qualidade da madeira.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### TIPOS DE DEFEITOS QUE INFLUENCIAM NA QUALIDADE DA MADEIRA:

#### 2.1 Lenho de reação

A madeira muitas vezes pode apresentar defeitos, considerados como anomalias da forma, da estrutura, da cor ou mesmo de uma estrutura normal que possa desvalorizar, prejudicar, limitar ou impedir o aproveitamento da madeira. Dentro desses defeitos encontra-se um chamado de lenho de reação, que é um defeito ocorrido na estrutura anatômica da madeira (LATORRACA, 1994).

De acordo com BURGER & RICHTER (1991), árvores que se desenvolvem sob o efeito de esforços externos contínuos formam tipos especiais de lenho, provavelmente devido a um estímulo desordenado de hormônios de crescimento, visando compensar o esforço imposto. Este tipo especial de lenho tem o nome genérico de *lenho de reação*.

Nas gimnospermas, o lenho de reação surge sempre na porção sujeita à compressão: *lenho de compressão*, enquanto que nas angiospermas dicotiledôneas este se localiza na zona tracionada: *lenho de tração*. É comum a ocorrência deste defeito em árvores que apresentam troncos curvos, por exemplo, por crescerem em encostas acentuadamente inclinadas, ou na base dos ramos (BURGER & RICHTER, 1991).

Segundo ALBUQUERQUE & LATORRACA (2000), o lenho de reação, que compreende o lenho de compressão nas madeiras de coníferas, e o lenho de tração nas madeiras de folhosas, apresenta anormalidades em suas características. Esse tipo de lenho apresenta contração e inchamento em níveis altos ao longo da grã, além da anormal alta densidade e baixa resistência. A elevada instabilidade, de forma não comum, ao longo da grã, causa excessivos empenamentos e, se reprimidos, ocasionam fraturas transversais às fibras.

A função deste tecido é de procurar retornar os troncos ou galhos à sua posição normal, provavelmente através de um estímulo descontínuo de hormônios de crescimento. O lenho de reação diferencia-se anatômica, físico, químico e mecanicamente do lenho normal (LATORRACA, 1994).

## **2.2 Lenho de compressão**

O *lenho de compressão* caracteriza-se macroscopicamente pela presença de crescimento excêntrico, transição quase indistinta entre lenho inicial e tardio, devido ao fato de as células iniciais apresentarem paredes mais espessas que o normal, aparência sem brilho e cor mais forte que o tecido são (BURGER & RICHTER, 1991). Entretanto, segundo LATORRACA (1994), em coníferas com lenho livre de defeitos, os

traqueídeos apresentam células quadradas, retangulares ou poligonais na secção transversal, já com lenho de compressão, os traqueídeos apresentam-se de forma circular. Uma consequência disso é a formação de espaços intercelulares na junção de quatro traqueídeos, sendo uma característica predominante na anatomia do lenho de compressão. Em secção longitudinal observam-se rachaduras oblíquas em suas paredes, que afetam enormemente a resistência mecânica (BURGER & RICHTER, 1991).

A madeira de compressão apresenta anéis compostos, na maior parte, de lenho tardio, com uma gradual transição para o lenho inicial, ao invés da característica transição abrupta das coníferas. Este tipo de lenho pode ocasionar problemas na indústria de celulose, devido ao seu baixo teor de celulose e maior teor de lignina com maior complexidade estrutural (ABREU et al., 1999, citado por ALBUQUERQUE et al., 2000).

Segundo TOMAZELLO & SILVA (1987), a madeira de compressão constitui-se em um dos principais defeitos, devido ao crescimento das árvores, que afetam a qualidade da madeira de coníferas. Tem sido comumente encontrada em nossas condições, em árvores de espécies tropicais e temperadas do gênero *Pinus*, sem, entretanto, haver sido pesquisada em profundidade. Ao contrário, a literatura

estrangeira tem apresentado informações detalhadas sobre a formação e caracterização do lenho de compressão (WESTING, 1965 ; TIMELL, 1986, citado por TOMAZELLO & SILVA, 1987).

As características apresentadas pela madeira de compressão, principalmente as de natureza anatômica química e física, afetam o uso final da madeira seja na forma laminada, desdobrada ou como fonte de celulose e papel (CORE et al., 1961; COTÉ et al., 1965 e TIMELL, 1986, citado por TOMAZELLO & SILVA, 1987).

De acordo com TIMELL (1986), a madeira de compressão, altera a tratabilidade de moirões de madeira de coníferas e tem sido comumente verificada em árvores resinadas. Dentre os fatores que levam à formação da madeira de compressão citam-se como principais: **(1)** as características de crescimento, das espécies relacionadas ao seu genótipo, como tortuosidade do tronco, formação da copa, ramos, etc.; **(2)** técnicas de formação e manejo florestal, como a qualidade das mudas, espaçamento, desbaste, desrama, etc.; **(3)** a incidência de agentes externos, principalmente os ventos, atuando em um dos lados do tronco ou da árvore; **(4)** o estímulo da atividade cambial, pelos hormônios de crescimento, como o AIA (ácido indol-acético), na face do tronco oposta à inclinação.



De acordo com BURGER & RICHTER (1991), este tipo de lenho possui conseqüentemente propriedades bem distintas do lenho normal, com importantes conseqüências para a qualidade e utilização da madeira, dentre elas:

- Excessiva dureza;
- Elevado conteúdo de lignina e baixo conteúdo de celulose;
- Ausência da camada S3 da parede celular.

Sendo as conseqüências:

- A madeira tem comportamento desigual;
- Apresenta elevada instabilidade dimensional;
- É quebradiça;
- Tem baixa qualidade na trabalhabilidade;
- É propensa a empenamentos por ocasião da secagem;
- Tem uma coloração típica que pode diminuir o seu valor;
- Apresenta maior resistência à compressão axial e perpendicular.

### **2.3 Lenho de tração**

O lenho de tração, assim como o de compressão, é geralmente associado ao crescimento excêntrico, mas é bem mais difícil de ser constatado macroscopicamente. Normalmente

apresenta uma coloração distinta, mais clara (branco-prateada) do que o lenho normal e a superfície da madeira apresenta-se sedosa. Com freqüência só é detectado microscopicamente pela presença de fibras com um anormal espessamento de suas paredes internas conhecidas por fibras gelatinosas, que o caracterizam e conferem à madeira o brilho especial (BURGER & RICHTER, 1991).

Na maioria das vezes a característica anatômica que identifica o lenho de reação/tração em folhosas é a fibra gelatinosa. Na maioria dos casos, a ocorrência de um grande número de fibras gelatinosas concentradas em uma área da secção transversal da madeira constitui uma clara evidência da presença do lenho de tração (LATORRACA, 1994).

Contudo o Instituto Americano de Anatomia da Madeira (1969), citado por LATORRACA (1994), definiu que o lenho de tração é caracterizado anatomicamente pela falta de lignificação na parede celular e freqüentemente pela presença de uma camada gelatinosa no interior das fibras. Sem dúvida este critério é mais correto do que somente a presença de fibras gelatinosas, isto porque ONAKA (1949), citado por LATORRACA (1994), observou num certo gênero a falta dessas fibras em partes da árvore que de uma outra forma apresentava propriedades do lenho de tração, portanto existem casos onde as características do lenho de tração estão presentes diante

a ausência das fibras gelatinosas. Como consequência, destaca-se a elevada instabilidade dimensional, principalmente no sentido axial, baixa resistência à compressão e flexão, além das superfícies permanecerem ásperas com dificuldades para a trabalhabilidade e colagem (BENDTSEN, 1978, citado por ALBUQUERQUE & LATORRACA, 2000).

A madeira de tração também possui anéis largos e superfície tangencial áspera, e tal aspereza não é eliminada por processos de lixamento (MARRA, 1992, citado por ALBUQUERQUE & LATORRACA, 2000). Entretanto, segundo TSOUMIS (1991), citado por ALBUQUERQUE & LATORRACA, (2000), a resistência mecânica da madeira de tração pode ser mais elevada, equivalente, ou inferior, em comparação com a madeira normal, dependendo do tipo de carga efetuada.

Sendo assim, de acordo com TSOUMIS (1991), citado por ALBUQUERQUE & LATORRACA (2000), a madeira de tração também dificulta a colocação de pregos, e nos processos de serragem, as serras ficam comprimidas e superaquecidas com as superfícies serradas longitudinalmente encrespadas e lanosas, de modo que um acabamento superficial adequado pode se tornar inviável.

Segundo BURGER & RICHTER (1991), as consequências da presença do lenho de tração são:

- Difícil trabalhabilidade, em decorrência da presença de superfícies ásperas;
- Grande instabilidade dimensional com tendência ao aparecimento de colapso;
- Valor comprometido pela coloração anormal;
- Elevada resistência a esforços de tração e baixa resistência à compressão e flexão;
- Surgimento de compensados empenados, corrugados ou rachados;
- Dificuldades nas operações de cozimento para a fabricação de papel originando produto de baixa qualidade.

#### **2.4 Densidade básica:**

A densidade da madeira é com certeza, o melhor índice de qualidade, devido a correlação com as propriedades físicas e o conteúdo de celulose na madeira (AMARAL et al., 1977).

Devido a sua boa correlação com as características celulares, a densidade é uma ferramenta bastante utilizada na avaliação da qualidade da madeira (BRASIL & FERREIRA, 1979; FONSECA & LOUSADA, 1986; HUGHES, 1968; KLOCK, 1989 E 2000; LOUSADA et al., 1994; LOUSADA, 2000, citado por PALERMO et al., 2003).

Uma árvore em crescimento está sujeita a diversos fatores bióticos e abióticos (luz, umidade, fertilidade, competição, entre outros), que determinam variações na dimensão das células (diâmetro, comprimento e espessura da parede celular), na proporção de lenho inicial e tardio, nas diferentes proporções de volume de vasos e parênquima e conseqüentemente, no arranjo dos elementos anatômicos (PALERMO et al., 2003).

SPURR & HYVARINEN (1954), citado por PALERMO et al., (2003), destacaram que variações na densidade da madeira, entre e dentre indivíduos da mesma espécie, se devem ao resultado diferenciado no volume de poros e na presença de extrativos. No entanto, para eles, não existe um padrão definido para essas variações dentro de uma árvore, mas sim uma idéia aproximada de sua tendência geral ao longo do fuste, no sentido medula-casca e com a idade.

Dentre as características silviculturais, a densidade básica, a altura e o diâmetro são as mais importantes, pois estão relacionadas com a produtividade das florestas, orientando a elaboração e a condução de planos de cortes (ROSADO & BRUNE, 1983).

Segundo AMARAL et al., (1977), uma das importantes indagações, em relação aos pinheiros tropicais seria no tocante à qualidade da madeira por eles produzida. O estudo

da variação da densidade básica em função da idade das árvores, taxa de crescimento, condições ecológicas da área de plantio, do indivíduo, etc., reveste-se da alta importância para se avaliar o potencial econômico das espécies e da adaptabilidade da madeira às finalidades desejadas.

A densidade representa a quantidade de madeira em determinado volume, sendo uma característica de qualidade de grande interesse devido à facilidade de determinação e pelo fato de estar diretamente associada à resistência, retrações e estabilidade da madeira no caso de produtos sólidos, e no rendimento em celulose, dependendo este, também, do teor de lignina. Há uma significativa variação da densidade básica entre espécies, dentro das espécies e mesmo dentro da árvore nos sentidos longitudinais e radiais. De forma geral, pode-se dizer que a densidade é mais baixa em povoamentos jovens do que em árvores maduras. A densidade deve variar em função da utilização (AMBIENTE, 2006).

Regiões de diferentes densidades são formadas dentro do tronco e, de acordo com ALBINO & TOMAZELLO FILHO (1985), citados por VALE et al., (1999), devem-se à formação de madeira de tração, compressão ou outros fatores ligados às condições de crescimento da árvore. Dessa forma, o comportamento da densidade, ao longo do tronco, difere entre espécies diminuindo com a altura, como encontrado para *Pinus*

*caribaea* var. *hondurensis* (NOGUEIRA et al., 1997, - citado por VALE et al., 1999).

A densidade básica está extremamente ligada à qualidade da madeira e é uma característica bastante utilizada por pesquisadores e melhoristas na determinação do seu uso final. Em espécies, procedências e progênies de *Pinus*, a densidade básica tem se mostrado variável e tem demonstrado alta herdabilidade, inclusive superior às herdabilidades das características de crescimento (MOURA, 1991).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Obtenção do material

A espécie escolhida para o trabalho foi o *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Foram utilizadas árvores que apresentavam madeira de reação e árvores sem este defeito, com a idade de 27 anos, derrubadas por um forte vendaval que atingiu o Campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, e possibilitou a coleta das toras e discos que apresentavam a madeira de reação. (Figura 1)



Figura 1. Detalhe de uma das árvores com madeira de reação/compressão, utilizadas no estudo.



### 3.2 Confeção dos corpos de prova

Foram escolhidas duas árvores e foram extraídos dois discos de cada uma, de forma aleatória. As árvores utilizadas no trabalho forneceram as amostras para as análises de variação da densidade básica (Figura 2).



Figura 2. Detalhes do corte dos discos.

A seguir foram realizados os cortes das amostras na marcenaria do Departamento de Produtos Florestais, do

Instituto de Florestas, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Os discos foram marcados e seccionados conforme ilustram as Figuras 3 e 4.

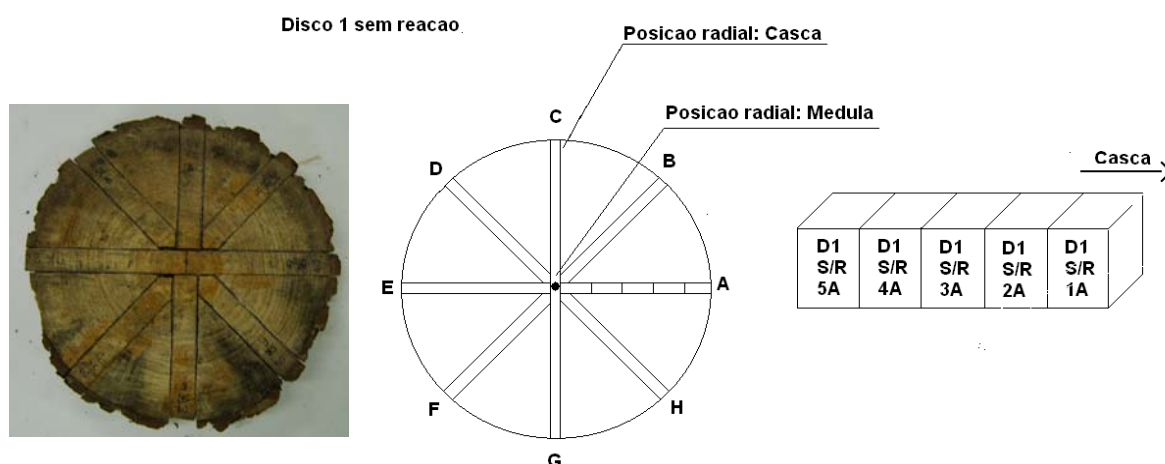


Figura 3. Esquema de marcação e corte dos corpos-de-prova, sem lenho de reação, para determinação da densidade básica.

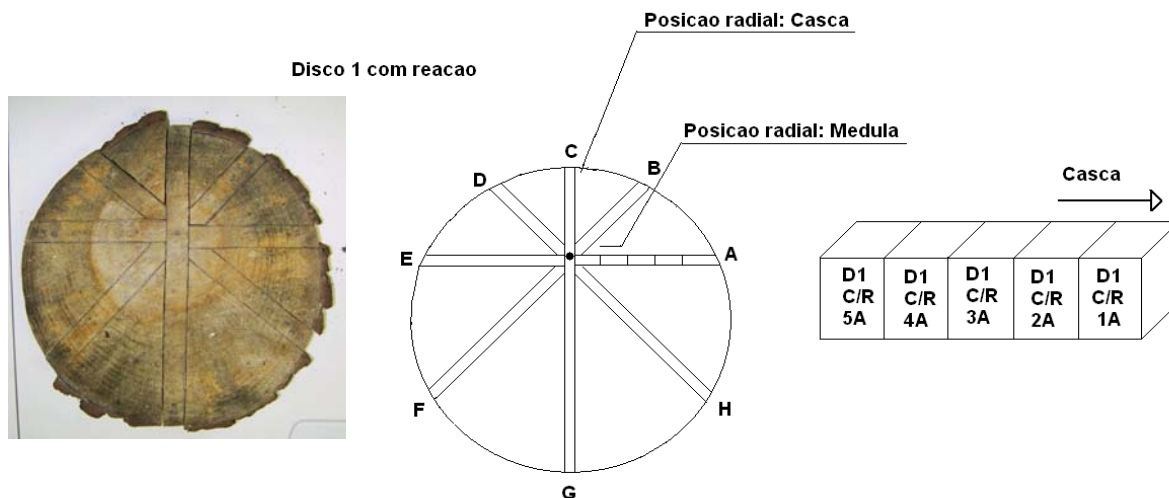


Figura 4. Esquema de marcação e corte dos corpos-de-prova, com lenho de reação, para determinação da densidade básica.

### 3.3 Determinação da densidade básica no sentido medula-casca e ao longo da circunferência do tronco

Os corpos-de-prova foram identificados e foi estabelecida a seguinte marcação para a posição radial: 5 (medula) e 1 (casca).

Após a marcação, os discos foram cortados em pequenos corpos-de-prova com serra de fita. Depois de cortados, os corpos-de-prova foram colocados em uma caixa d'água, onde ficaram submersos, durante 15 dias para a saturação.

Em seguida, já saturados, foram transportados para o Laboratório de Anatomia e Qualidade da Madeira, onde foram realizadas as determinações da densidade básica (Figura 5).



Figura 5. Determinação do volume do corpo-de-prova ao longo da determinação da densidade básica.

Os corpos-de-prova ficaram expostos ao ar por um período de 2 dias e em seguida colocados em estufa a  $80 \pm 2^\circ\text{C}$ , até a massa constante.

A seguir foram retirados da estufa e colocados em um dessecador com sílica, para a realização das leituras do peso seco. Após obtenção do peso úmido e do peso seco, foi calculada a densidade básica, utilizando a Equação 01.

$$D_b = \frac{P_S}{P_I} \quad \text{Equação 01}$$

Onde:  $D_b$  = densidade básica em  $\text{g/cm}^3$

$P_S$  = peso seco do corpo-de-prova

$P_I$  = peso do conjunto água e corpo-de-prova imerso

Foram montadas tabelas e gráficos a partir dos resultados encontrados, sendo utilizada a estatística descritiva (cálculo e avaliação de médias) para discussão e conclusões a partir destes.

Para cada disco ou amostra, que gerou as sub-amostras ou corpos-de-prova avaliados, foi elaborada uma tabela e um gráfico apresentados no item a seguir Resultados e Discussão.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Tabela 1:** Dados das posições do disco 1, contendo lenho de reação, ao longo da circunferência

Disco 1		Amostra		Densidade	Média das Posições (ao longo da circunferência)
D1	CR	1	A	0,425	
D1	CR	2	A	0,451	
D1	CR	3	A	0,379	0,417
D1	CR	4	A	0,381	
D1	CR	5	A	0,450	
D1	CR	1	B	0,450	
D1	CR	2	B	0,429	
D1	CR	3	B	0,306	0,384
D1	CR	4	B	0,353	
D1	CR	5	B	0,383	
D1	CR	1	C	0,356	
D1	CR	2	C	0,429	
D1	CR	3	C	0,381	0,407
D1	CR	4	C	0,452	
D1	CR	5	C	0,417	
D1	CR	1	D	0,436	
D1	CR	2	D	0,447	
D1	CR	3	D	0,435	0,416
D1	CR	4	D	0,302	
D1	CR	5	D	0,458	
D1	CR	1	E	0,467	
D1	CR	2	E	0,466	
D1	CR	3	E	0,461	0,455
D1	CR	4	E	0,452	
D1	CR	5	E	0,427	
D1	CR	1	F	0,507	
D1	CR	2	F	0,464	
D1	CR	3	F	0,445	0,447
D1	CR	4	F	0,393	
D1	CR	5	F	0,428	
D1	CR	1	G	0,449	
D1	CR	2	G	0,407	
D1	CR	3	G	0,420	0,438
D1	CR	4	G	0,459	
D1	CR	5	G	0,456	
D1	CR	1	H	0,420	
D1	CR	2	H	0,409	
D1	CR	3	H	0,348	0,422
D1	CR	4	H	0,406	
D1	CR	5	H	0,526	

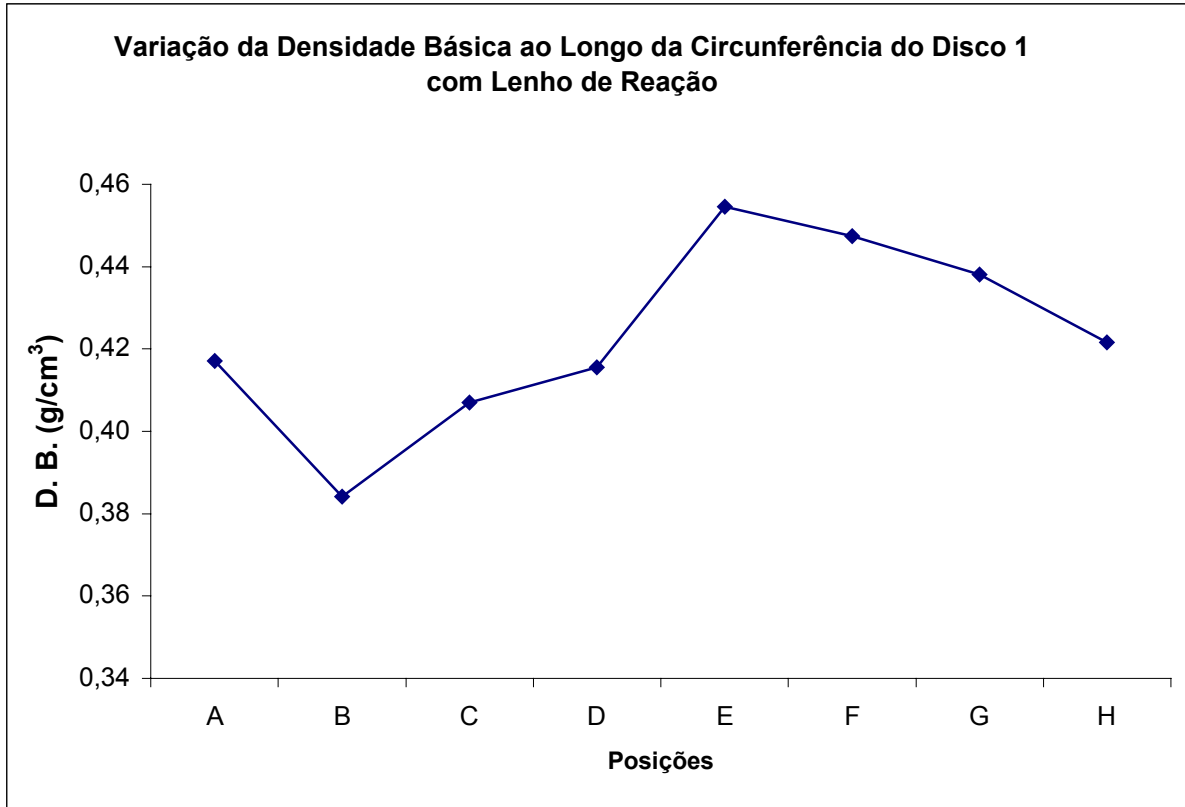


Figura 6. Média das posições A, B, C, D, E, F, G, H ao longo da circunferência, do disco 1, contendo lenho de reação.

A Tabela 1 e Figura 6 mostram uma diminuição da densidade nas posições B, C e D, resultado já era esperado por ser da região de ocorrência do lenho de compressão no disco.

Enquanto que nas posições E, F, G e H a densidade se apresentou maior por ser uma região livre da compressão.

**Tabela 2:** Dados das posições do disco 1, contendo lenho de reação no sentido medula-casca

Disco 1		Amostra		Densidade	Média das Posições (Medula ← → Casca)
D1	CR	1	A	0,425	
D1	CR	1	B	0,449	
D1	CR	1	C	0,355	
D1	CR	1	D	0,436	0,438
D1	CR	1	E	0,467	
D1	CR	1	F	0,506	
D1	CR	1	G	0,449	
D1	CR	1	H	0,419	
D1	CR	2	A	0,450	
D1	CR	2	B	0,428	
D1	CR	2	C	0,429	
D1	CR	2	D	0,446	0,437
D1	CR	2	E	0,465	
D1	CR	2	F	0,463	
D1	CR	2	G	0,406	
D1	CR	2	H	0,408	
D1	CR	3	A	0,378	
D1	CR	3	B	0,305	
D1	CR	3	C	0,381	
D1	CR	3	D	0,434	0,396
D1	CR	3	E	0,460	
D1	CR	3	F	0,445	
D1	CR	3	G	0,419	
D1	CR	3	H	0,348	
D1	CR	4	A	0,381	
D1	CR	4	B	0,353	
D1	CR	4	C	0,451	
D1	CR	4	D	0,301	0,399
D1	CR	4	E	0,451	
D1	CR	4	F	0,393	
D1	CR	4	G	0,458	
D1	CR	4	H	0,406	
D1	CR	5	A	0,448	
D1	CR	5	B	0,383	
D1	CR	5	C	0,417	
D1	CR	5	D	0,458	0,443
D1	CR	5	E	0,427	
D1	CR	5	F	0,427	
D1	CR	5	G	0,455	
D1	CR	5	H	0,525	

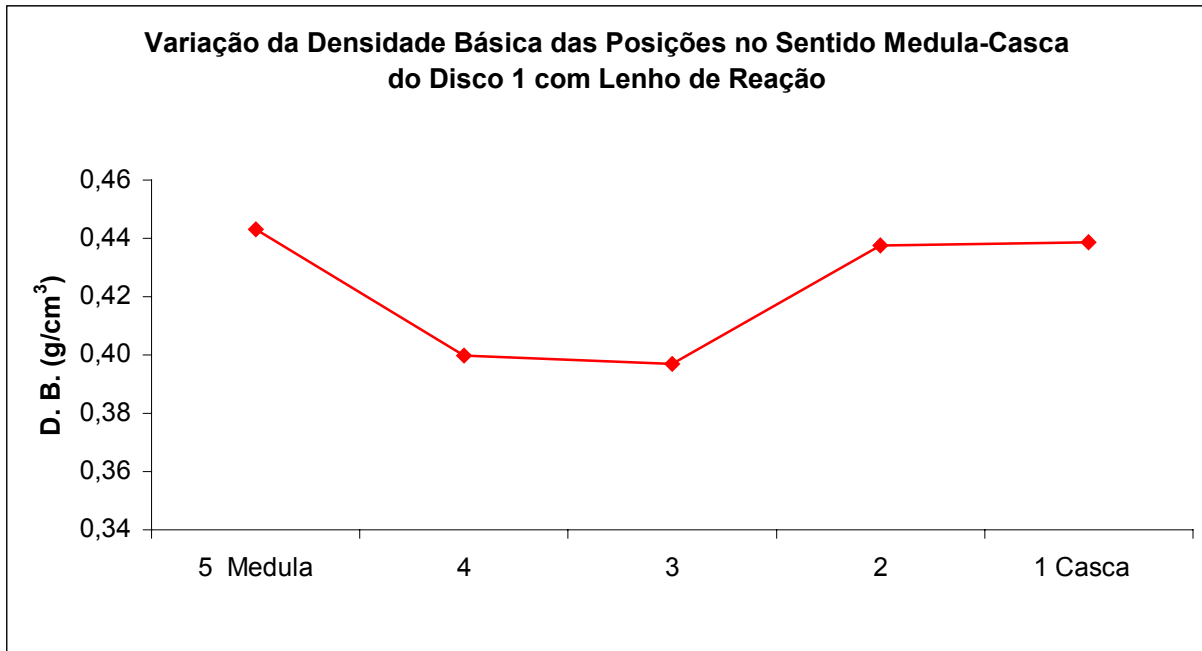


Figura 7. Média das 5 posições dos corpos-de-prova, no sentido medula-casca.

A variação da densidade no disco de reação na região próxima a medula e próxima a casca não foi pequena, porém entre as posições 4 e 3 houve uma menor densidade em relação a medula e a casca. (Tabela 2 e Figura 7)



**Tabela 3:** Dados das posições do disco 2, contendo lenho de reação, ao longo da circunferência

Disco		Amostra		Densidade	Média das Posições (ao longo da circunferência)
D2	CR	1	A	0,433	
D2	CR	2	A	0,441	
D2	CR	3	A	0,372	0,402
D2	CR	4	A	0,299	
D2	CR	5	A	0,467	
D2	CR	1	B	0,418	
D2	CR	2	B	0,423	
D2	CR	3	B	0,364	0,414
D2	CR	4	B	0,403	
D2	CR	5	B	0,459	
D2	CR	1	C	0,426	
D2	CR	2	C	0,410	
D2	CR	3	C	0,323	0,404
D2	CR	4	C	0,427	
D2	CR	5	C	0,434	
D2	CR	1	D	0,433	
D2	CR	2	D	0,460	
D2	CR	3	D	0,478	0,494
D2	CR	4	D	0,529	
D2	CR	5	D	0,572	
D2	CR	1	E	0,474	
D2	CR	2	E	0,460	
D2	CR	3	E	0,569	0,506
D2	CR	4	E	0,552	
D2	CR	5	E	0,473	
D2	CR	1	F	0,485	
D2	CR	2	F	0,461	
D2	CR	3	F	0,482	0,496
D2	CR	4	F	0,427	
D2	CR	5	F	0,624	
D2	CR	1	G	0,448	
D2	CR	2	G	0,402	
D2	CR	3	G	0,393	0,515
D2	CR	4	G	0,655	
D2	CR	5	G	0,680	
D2	CR	1	H	0,421	
D2	CR	2	H	0,457	
D2	CR	3	H	0,394	0,458
D2	CR	4	H	0,485	
D2	CR	5	H	0,531	

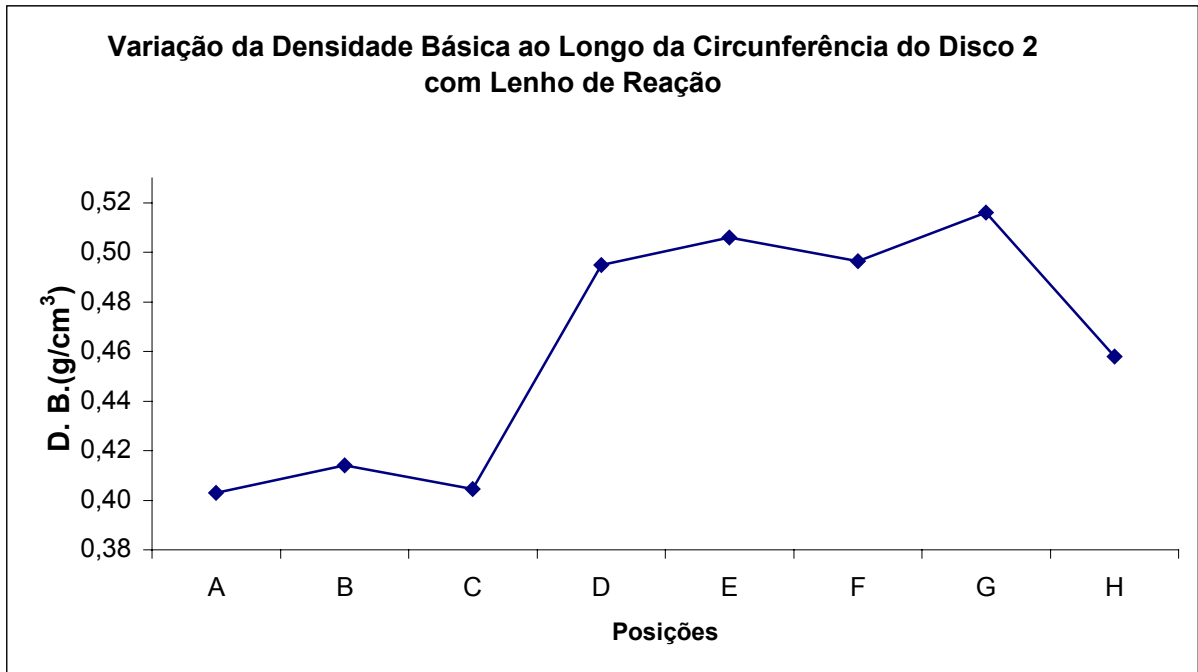


Figura 8. Média das posições A, B, C, D, E, F, G, H ao longo da circunferência, do disco 2, contendo lenho de reação.

A Tabela 3 e Figura 8 mostram que houve uma diminuição nas posições A, B e C caracterizando assim a área onde ocorre a compressão, fato também observado no disco 1.

**Tabela 4:** Dados das posições do disco 2, contendo lenho de reação no sentido medula-casca

Disco	Amostra	Densidade	Média das Posições (Medula ←→ Casca)
D2	CR 1 A	0,434	
D2	CR 1 B	0,419	
D2	CR 1 C	0,426	
D2	CR 1 D	0,433	0,443
D2	CR 1 E	0,474	
D2	CR 1 F	0,486	
D2	CR 1 G	0,448	
D2	CR 1 H	0,421	
D2	CR 2 A	0,441	
D2	CR 2 B	0,423	
D2	CR 2 C	0,411	
D2	CR 2 D	0,461	0,440
D2	CR 2 E	0,460	
D2	CR 2 F	0,461	
D2	CR 2 G	0,403	
D2	CR 2 H	0,458	
D2	CR 3 A	0,373	
D2	CR 3 B	0,365	
D2	CR 3 C	0,323	
D2	CR 3 D	0,479	0,423
D2	CR 3 E	0,570	
D2	CR 3 F	0,483	
D2	CR 3 G	0,394	
D2	CR 3 H	0,395	
D2	CR 4 A	0,300	
D2	CR 4 B	0,404	
D2	CR 4 C	0,427	
D2	CR 4 D	0,529	0,473
D2	CR 4 E	0,552	
D2	CR 4 F	0,428	
D2	CR 4 G	0,655	
D2	CR 4 H	0,485	
D2	CR 5 A	0,467	
D2	CR 5 B	0,460	
D2	CR 5 C	0,435	
D2	CR 5 D	0,572	0,530
D2	CR 5 E	0,473	
D2	CR 5 F	0,624	
D2	CR 5 G	0,680	
D2	CR 5 H	0,531	

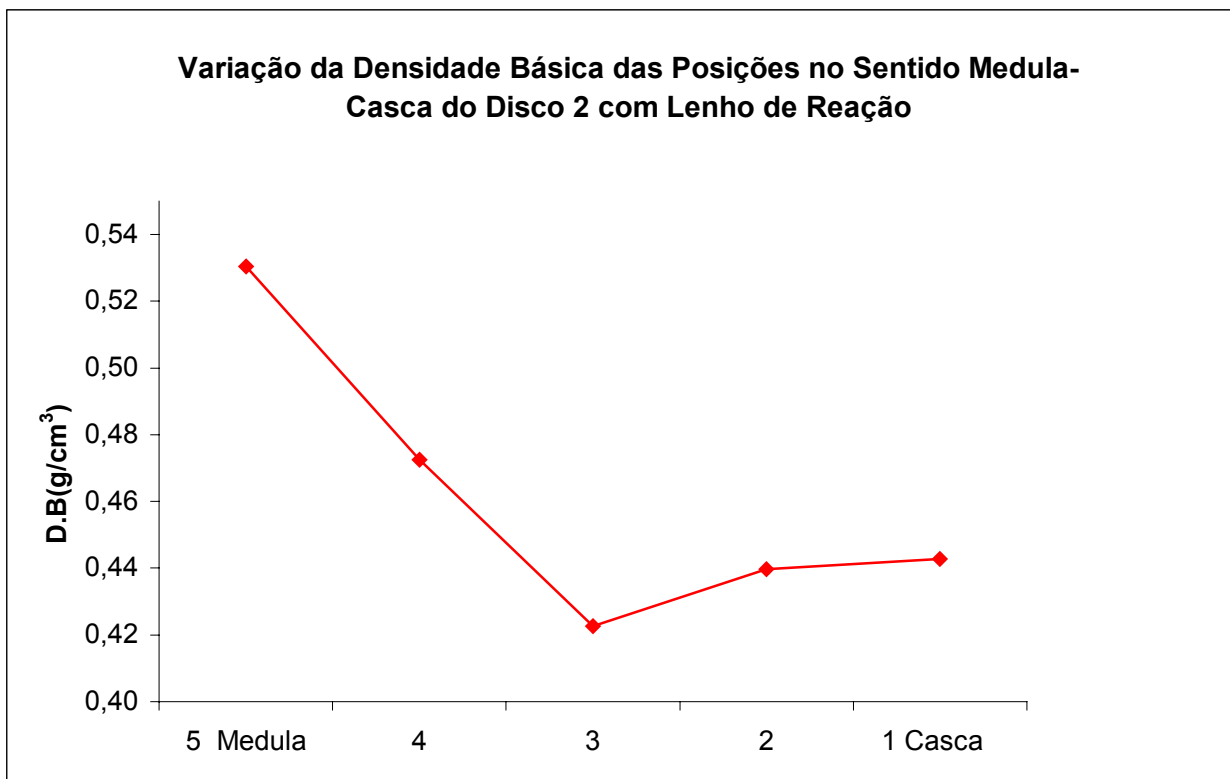


Figura 9. Média das 5 posições dos corpos-de-prova, no sentido medula-casca.

A variação da densidade no disco com reação próximo a medula foi maior do que na região próxima a casca, onde se caracterizou uma menor densidade, comportamento já esperado por se tratar de uma madeira de reação. (Tabela 4 e Figura 9)

**Tabela 5:** Dados das posições do disco 1, sem lenho de reação, ao longo da circunferência

Disco		Amostra	Densidade	Média das posições (ao longo da circunferência)
D1	SR	1	A	0,447
D1	SR	2	A	0,444
D1	SR	3	A	0,492
D1	SR	4	A	0,419
D1	SR	5	A	0,376
<hr/>				
D1	SR	1	B	0,401
D1	SR	2	B	0,438
D1	SR	3	B	0,430
D1	SR	4	B	0,366
D1	SR	5	B	0,375
<hr/>				
D1	SR	1	C	0,485
D1	SR	2	C	0,473
D1	SR	3	C	0,488
D1	SR	4	C	0,394
D1	SR	5	C	0,397
<hr/>				
D1	SR	1	D	0,528
D1	SR	2	D	0,502
D1	SR	3	D	0,486
D1	SR	4	D	0,488
D1	SR	5	D	0,367
<hr/>				
D1	SR	1	E	0,461
D1	SR	2	E	0,467
D1	SR	3	E	0,443
D1	SR	4	E	0,501
D1	SR	5	E	0,404
<hr/>				
D1	SR	1	F	0,000
D1	SR	2	F	0,468
D1	SR	3	F	0,452
D1	SR	4	F	0,425
D1	SR	5	F	0,370
<hr/>				
D1	SR	1	G	0,507
D1	SR	2	G	0,507
D1	SR	3	G	0,509
D1	SR	4	G	0,305
D1	SR	5	G	0,325
<hr/>				
D1	SR	1	H	0,487
D1	SR	2	H	0,473
D1	SR	3	H	0,467
D1	SR	4	H	0,463
D1	SR	5	H	0,394

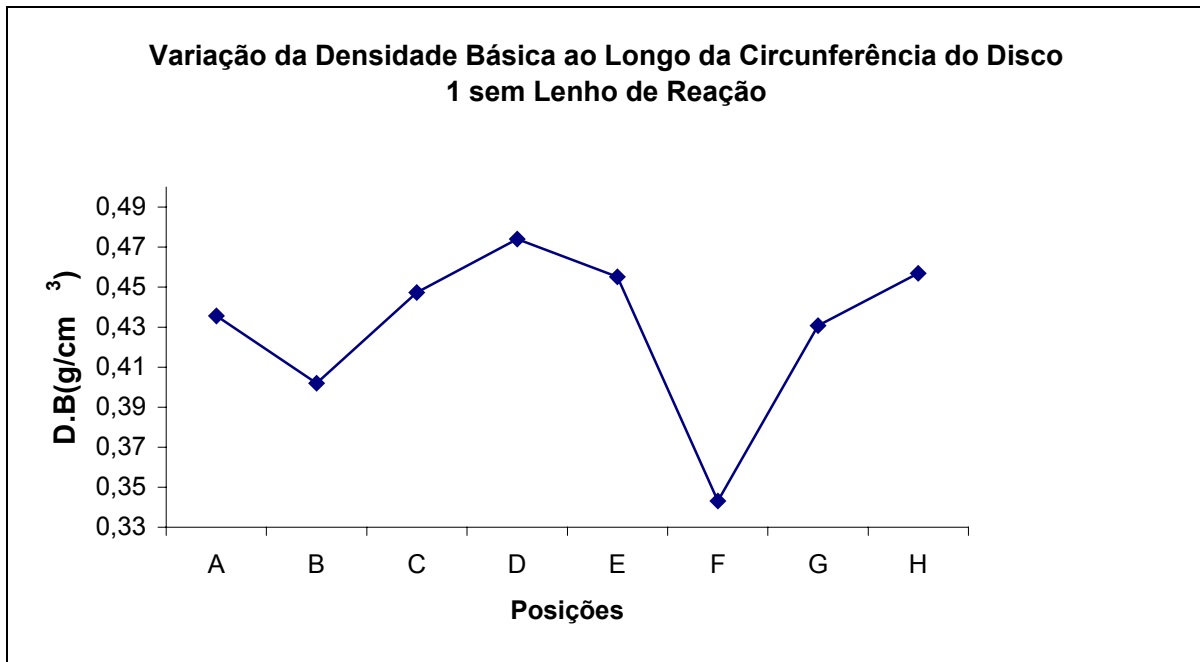


Figura 10. Média das posições A, B, C, D, E, F, G, H ao longo da circunferência, do disco 1, sem lenho de reação.

A Tabela 5 e a Figura 10 mostram que houve uma diminuição da densidade nas posições B e F, mas a densidade nas outras regiões mostrou valores mais elevados, fato que pode ser explicado por se tratar de um disco normal, sem madeira de reação/compressão.

**Tabela 6:** Dados das posições do disco 1, sem lenho de reação no sentido medula-casca

Disco		Amostra		Densidade	Média das posições	
					(Medula	Casca )
D1	SR	1	A	0,447		
D1	SR	1	B	0,401		
D1	SR	1	C	0,485		
D1	SR	1	D	0,528	0,414	
D1	SR	1	E	0,461		
D1	SR	1	F	0,000		
D1	SR	1	G	0,507		
D1	SR	1	H	0,487		
D1	SR	2	A	0,444		
D1	SR	2	B	0,438		
D1	SR	2	C	0,473		
D1	SR	2	D	0,502	0,472	
D1	SR	2	E	0,467		
D1	SR	2	F	0,468		
D1	SR	2	G	0,507		
D1	SR	2	H	0,473		
D1	SR	3	A	0,492		
D1	SR	3	B	0,430		
D1	SR	3	C	0,488		
D1	SR	3	D	0,486	0,471	
D1	SR	3	E	0,443		
D1	SR	3	F	0,452		
D1	SR	3	G	0,509		
D1	SR	3	H	0,467		
D1	SR	4	A	0,419		
D1	SR	4	B	0,366		
D1	SR	4	C	0,394		
D1	SR	4	D	0,488	0,420	
D1	SR	4	E	0,501		
D1	SR	4	F	0,425		
D1	SR	4	G	0,305		
D1	SR	4	H	0,463		
D1	SR	5	A	0,376		
D1	SR	5	B	0,375		
D1	SR	5	C	0,397		
D1	SR	5	D	0,367	0,376	
D1	SR	5	E	0,404		
D1	SR	5	F	0,370		
D1	SR	5	G	0,325		
D1	SR	5	H	0,394		

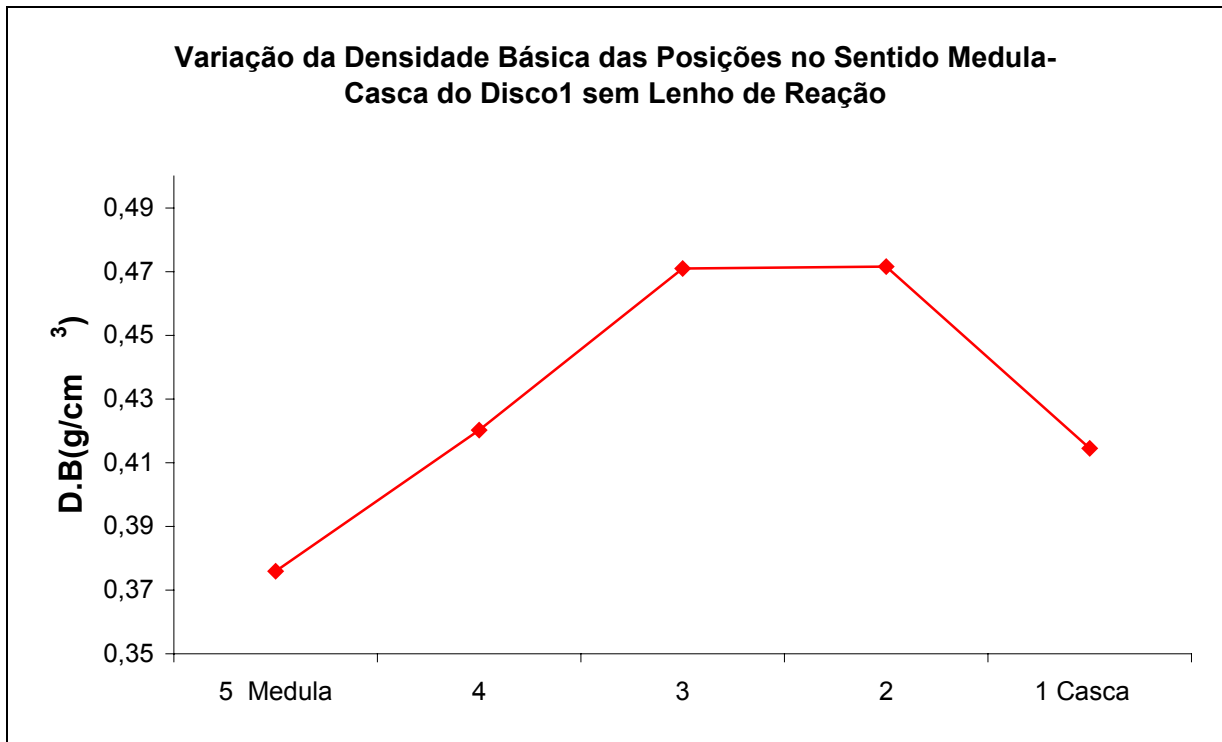


Figura 11. Média das 5 posições dos corpos-de-prova, no sentido medula-casca.

A variação da densidade no disco 1 sem reação/compressão foi menor próximo a medula do que em relação a região próxima a casca, ou seja, houve um aumento da densidade no sentido medula-casca, comportamento característico de um lenho normal, onde a madeira juvenil se encontra mais internamente e a madeira ou lenho adulto, se encontra na região exterior. (Tabela 6 e Figura 11).



**Tabela 7:** Dados das posições do disco 2, sem lenho de reação, ao longo da circunferência

Disco		Amostra	Densidade	Média das posições (ao longo da circunferência)
D2	SR	1	A	0,488
D2	SR	2	A	0,517
D2	SR	3	A	0,471
D2	SR	4	A	0,399
D2	SR	5	A	0,384
<hr/>				
D2	SR	1	B	0,444
D2	SR	2	B	0,493
D2	SR	3	B	0,437
D2	SR	4	B	0,447
D2	SR	5	B	0,381
<hr/>				
D2	SR	1	C	0,500
D2	SR	2	C	0,000
D2	SR	3	C	0,484
D2	SR	4	C	0,392
D2	SR	5	C	0,342
<hr/>				
D2	SR	1	D	0,468
D2	SR	2	D	0,386
D2	SR	3	D	0,425
D2	SR	4	D	0,393
D2	SR	5	D	0,380
<hr/>				
D2	SR	1	E	0,449
D2	SR	2	E	0,447
D2	SR	3	E	0,436
D2	SR	4	E	0,381
D2	SR	5	E	0,434
<hr/>				
D2	SR	1	F	0,472
D2	SR	2	F	0,463
D2	SR	3	F	0,438
D2	SR	4	F	0,374
D2	SR	5	F	0,363
<hr/>				
D2	SR	1	G	0,356
D2	SR	2	G	0,467
D2	SR	3	G	0,481
D2	SR	4	G	0,417
D2	SR	5	G	0,303
<hr/>				
D2	SR	1	H	0,000
D2	SR	2	H	0,468
D2	SR	3	H	0,457
D2	SR	4	H	0,445
D2	SR	5	H	0,457

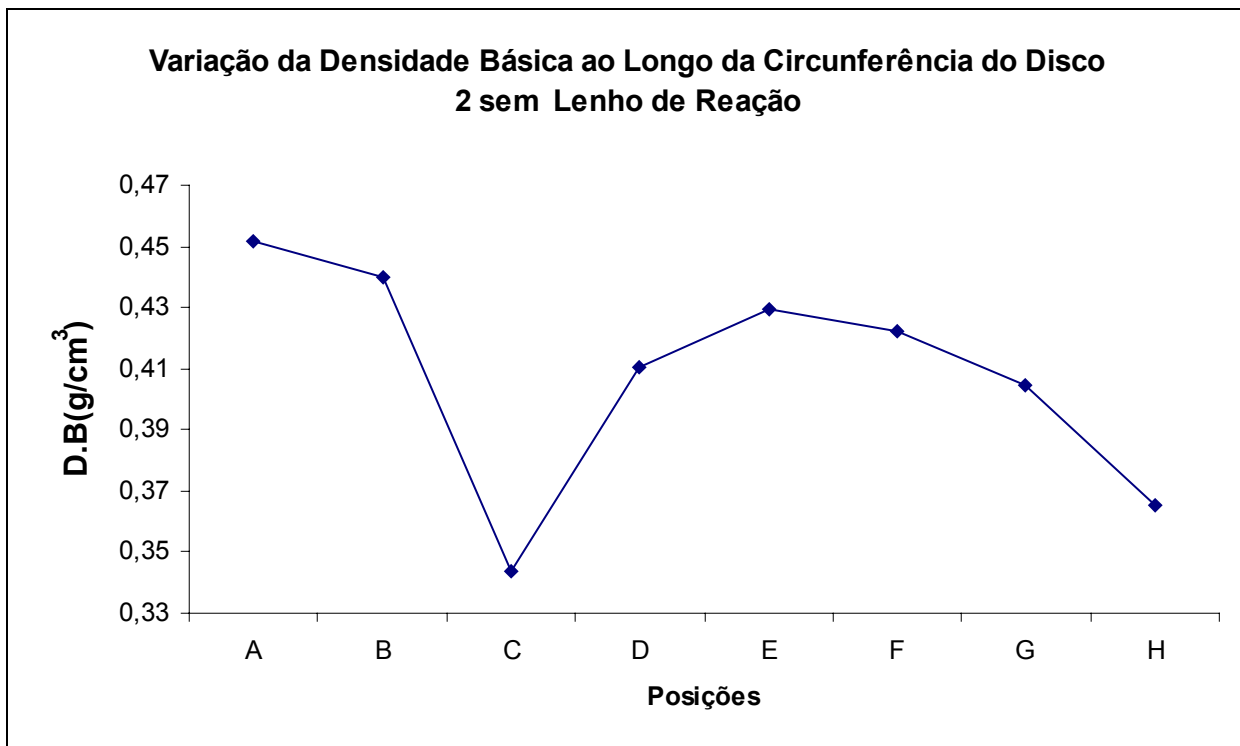


Figura 12. Média das posições A, B, C, D, E, F, G, H ao longo da circunferência, do disco 2, sem lenho de reação.

Houve uma diminuição da densidade no ponto C, mas nas outras posições esse comportamento não foi observado, ou seja, existiu um aumento da densidade ao longo de todo o disco. (Tabela 7 e Figura 12)

**Tabela 8:** Dados das posições do disco 2, sem lenho de reação no sentido medula-casca

Disco	SR	Amostra	Densidade	Média das posições	
				(Medula	Casca)
D2	SR	1	A	0,488	
D2	SR	1	B	0,444	
D2	SR	1	C	0,500	
D2	SR	1	D	0,468	0,397
D2	SR	1	E	0,449	
D2	SR	1	F	0,472	
D2	SR	1	G	0,356	
D2	SR	1	H	0,000	
D2	SR	2	A	0,517	
D2	SR	2	B	0,493	
D2	SR	2	C	0,000	
D2	SR	2	D	0,386	0,405
D2	SR	2	E	0,447	
D2	SR	2	F	0,463	
D2	SR	2	G	0,467	
D2	SR	2	H	0,468	
D2	SR	3	A	0,471	
D2	SR	3	B	0,437	
D2	SR	3	C	0,484	
D2	SR	3	D	0,425	0,454
D2	SR	3	E	0,436	
D2	SR	3	F	0,438	
D2	SR	3	G	0,481	
D2	SR	3	H	0,457	
D2	SR	4	A	0,399	
D2	SR	4	B	0,447	
D2	SR	4	C	0,392	
D2	SR	4	D	0,393	0,406
D2	SR	4	E	0,381	
D2	SR	4	F	0,374	
D2	SR	4	G	0,417	
D2	SR	4	H	0,445	
D2	SR	5	A	0,384	
D2	SR	5	B	0,381	
D2	SR	5	C	0,342	
D2	SR	5	D	0,380	0,381
D2	SR	5	E	0,434	
D2	SR	5	F	0,363	
D2	SR	5	G	0,303	
D2	SR	5	H	0,457	

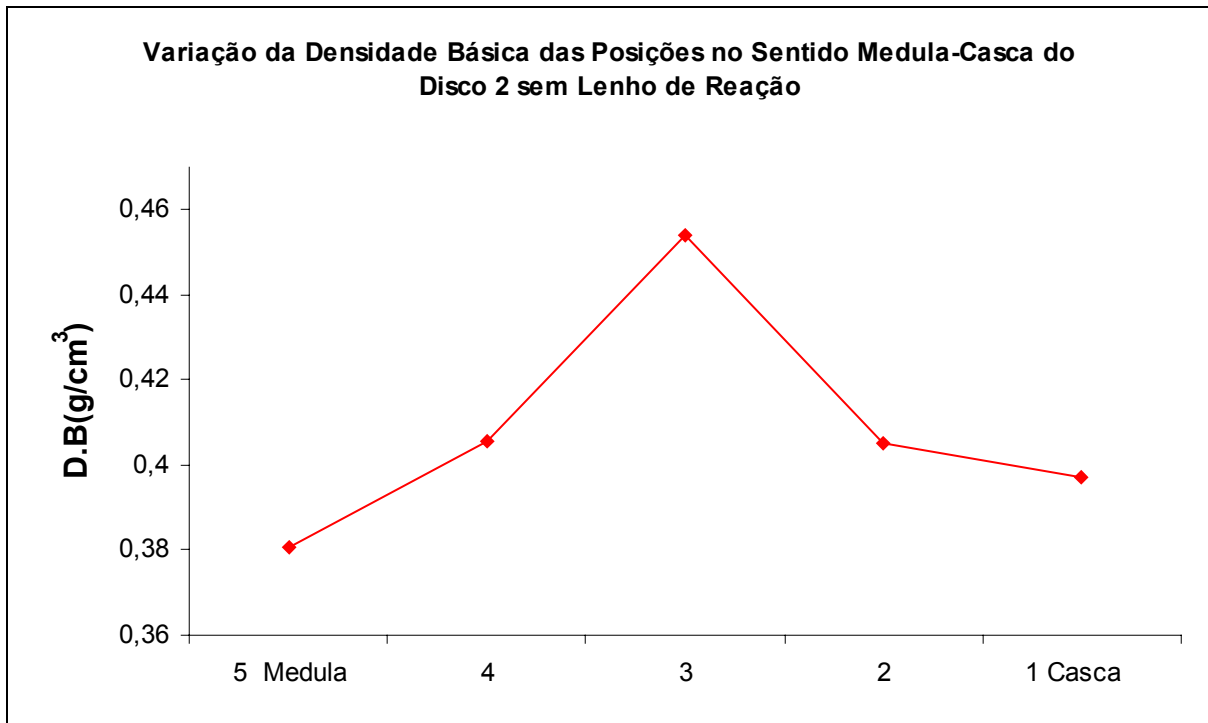


Figura 13. Média das 5 posições dos corpos-de-prova, no sentido medula-casca.

Nesse disco foi possível notar que houve um aumento da densidade no sentido medula-casca, assim como no disco sem reação anteriormente mostrado (Figura 12), onde foi constatado esse mesmo comportamento. (Tabela 8 e Figura 13)

## 5. CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos a partir da realização do presente trabalho, foi possível concluir que:

- Houve diferença marcante entre as variações da densidade básica no sentido medula-casca e ao longo da circunferência do tronco, entre as secções transversais analisadas com lenho de reação/compressão e com lenho normal.
- A região de ocorrência do lenho de reação/compressão apresentou uma queda na densidade básica ao longo da circunferência do tronco. Nas outras posições onde o lenho de reação/compressão não existia, foram encontradas densidades ligeiramente maiores.
- No sentido medula-casca foi observado, no lenho de reação/compressão, densidades mais elevadas na região próxima à medula. O lenho normal apresentou valores de densidade menores próximo a medula, com aumento da mesma na região próxima à casca.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, H.S.; NASCIMENTO, A.M.; MARIA, A.N. Lignin structure and wood properties. *Wood and Fiber Science*, Madison, V.31, n.4, p.426-433, 1999.

ALBINO, J.C. & TOMAZELLO FILHO, M. Variação da densidade básica da madeira e produtividade de *Eucalyptus spp.*, Planaltina: EMBRAPA - CPAC, 1985. 43p. (**EMBRAPA - CPAC: Boletim de Pesquisa, 26**).

ALBUQUERQUE, C.E.C. & LATORRACA, J.V.F. Influência das características anatômicas da madeira na penetração e adesão de adesivos. **Floresta e Ambiente**, v.7, n.1, p.158-166, jan./dez. 2000.

AMARAL, A.C.; FERREIRA, M.; COUTO, H.T.Z. Métodos de avaliação da densidade básica da madeira de populações de pinheiros tropicais. **Revista IPEF**, v.15, p.47-67, 1977.

AMBIENTE - disponível em: (<http://ambientebrasil.com.br>, acessado em 21/07/2006).

BALLARIN, A.W. & PALMA, H.A.L. Propriedades de resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, v.27, n.3, Viçosa maio/junho, 2003.

BENDTSEN, B.A. Properties of wood from improved and intensively managed trees. **Forest Products Journal**. V.28, n.10, p.61-71, 1978.

BRASIL, M.A.M. & FERREIRA, M. Características das fibras de madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos 3 anos de idade. **IPEF**, Piracicaba, v.19, p.80-97, 1979.

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

CORE, H.A. Characteristics of compression wood in some native conifers. **Forest Products Journal**. Madison, 11: 356-62, 1961.

CÔTÉ, W.A. Jr. & DAY, A.C. Anatomy and ultrastructure of reaction wood. In: CÔTÉ, W.A. **Cellular ultrastructure of wood plants**. Syracuse, Syracuse University Press, 1965. p.391-418.

FONSECA, F.M.A. & LOUSADA, J.L.P.C. Variação da densidade e diferenciação das madeiras de 14 espécies de pinheiros com 8 anos de idade, cultivados em Angola, UTAD, Vila Real, 1986. 27p.

HUGHES, J.F. Variation in wood structure in relation to wood quality. Proceedings of the Linnean Society of London, v.179, n.2, p.275-278, 1968.

KLOCK, U. Qualidade da Madeira de *Pinus oocarpa* Shiede e *Pinus caribaea* Morelet var. *Hondurensis* Barr e Golf. 1989. 132f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade Federal do Paraná.

LATORRACA, J.V.F. Lenho de reação. Trabalho de pós-graduação. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 13p., 1994.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 367p.; 2003.

LOUSADA, J.L.P.C.; FONSECA, F.M.A.; SILVA, M.E.C.M. Relações entre componentes da densidade da madeira no lenho juvenil e lenho adulto de *Pinus pinaster* Ait. In: Anais: III Congresso Florestal Nacional: "Os recursos florestais no desenvolvimento rural" em Figueira da Foz - UTAD - Vila Real - Portugal, p-393-405, 1994.

LOUSADA, J.L.P.C. Variação fenotípica e genotípica em características estruturais na madeira de *Pinus pinaster* Ait. Comprimento das fibras e a densidade até aos 80 anos de idade das árvores. Parâmetros genéticos na evolução juvenil-adulto dos componentes densidade da madeira. Série Didática (143) - UTAD - Vila Real, 2000. 293p.

MARRA, A.A. *Technology of wood bonding*. Nova York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 453p.

MOURA, V.P.G.; PARÇA, M.L.S.; SILVA, M.A. Variação da densidade básica da madeira em espécies e procedências de *Pinus* centro-americanos em três locais na região dos cerrados. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.22/23, p.29-44, 1991.

NOGUEIRA, M.V.P. & VALE, A.T. Densidade básica da madeira de *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* proveniente de cerrado: relação com a densidade básica média e variação radial e axial. **Revista Árvore**, Viçosa, MG. 1992. 235p.

PALERMO, G.P.M.; LATORRACA, J.V.F.; REZENDE, M.A.; NASCIMENTO, A.M.; SEVERO, E.T.D.; ABREU, H.S. Análise da densidade da madeira de *Pinus elliotti* Engelm. por meio de radiação gama de acordo com as direções estruturais (longitudinal a radial) e a idade de crescimento. **Floresta e Ambiente**, v.10, n.2, p.47-57, ago./dez., 2003.

ROSADO, S.C.S. & BRUNE, A. Crescimento de árvores: estimativas de correlações entre idades e sua influência na densidade básica da madeira em *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, v.7, n.1, p.11-22, 1983.

SPURR, S.H. & HYVARINEN, M.J. Wood fiber length as related to position in tree and growth. **Botanical Review**, v.20, p.561-575, 1954.

TIMELL, T.E. The structure of compression wood. In: TIMELL, T.E. **Compression wood in gymnosperms**, Berlin, Springer Verlag, 1986f. v.1, p.82-288.

TOMASELLI, I. Planted forests in Brazil. In: PLANTED FORESTS IN SARAWAK, AN INTERNATIONAL CONFERENCE, 1998, Sarawak. **Proceedings...** Sarawak: Kuching Forest Department, 1998. p. 2-35.

TOMAZELLO, M. & SILVA, D.A. Formação e caracterização da madeira de compressão em *Pinus caribaea* var. *Hondurensis*. **IPEF**, n.37, p.51-59, dez., 1987.

TSOUMIS, G. Science and technology of wood. Nova York: Chapman & Hall, 1991. 494p.

VALE, A.T.V.; BRASIL, M.A.M.; MARTINS, I.S. Variação axial da densidade básica da madeira de *Acácia mangium willd* aos sete anos de idade. **Ciência Florestal**, v.9, n.2, p.85-92, 1999.

VICENTE, A.T.V.; MOURA, V.P.G.; FIORENTINI, E.A.; SOUZA, M.R. variação radial e axial da massa específica básica e das contrações da madeira de quatro procedências de *Pinus*. Brasília, DF: EMBRAPA, 2005. 26p. (**EMBRAPA: Boletim de Pesquisa, 98**).



WESTING, A.H. Formation and function of compression wood in gymnosperms. **Botanical Review**, New York, 31: 381-480, 1965.

WIKIPÉDIA - **disponível em:**

(<http://pt.wikipedia.org/wiki/pinheiro>, acessado em 21/07/2006).