

# INFLUÊNCIA DO SÍTIO NAS PROPRIEDADES DA MADEIRA DE *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

Joaquim Carlos Gonzalez<sup>1</sup>, Frederico Soares Vieira<sup>2</sup>, José Arlete Alves Camargos<sup>3</sup>, Newton Jordão Zerbini<sup>4</sup>

(recebido: 13 de agosto de 2008; aceito: 27 de março de 2009)

**RESUMO:** Neste trabalho, objetivou-se caracterizar as propriedades físicas, mecânicas e colorimétricas da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* provenientes das regiões de Mambaí-GO e de Catalão-GO, verificando-se a influência do sítio nestas propriedades. Observaram-se diferenças estatísticas nas propriedades (retratibilidade radial, fator de anisotropia, MOE e MOR) das madeiras estudadas entre os dois sítios. Isso mostra que também a capacidade produtiva de uma determinada área (sítio), que combina os fatores bióticos, climáticos e as condições do solo, tem influência no desenvolvimento da árvore, produzindo diferenças na formação da madeira e, por consequência, em suas propriedades.

Palavras-chave: Características tecnológicas, região de procedência, madeira.

## INFLUENCE OF SITE ON PROPERTIES OF WOOD OF *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

**ABSTRACT:** This study aimed to characterize the physical, mechanical and colorimetric wood of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* from regions of Mambaí and Catalão-GO, with the influence of these site properties. There were statistical differences in the properties (shrinkage radial, anisotropy factor, MOE and MOR) of wood between the two studied sites. This shows that the productive capacity of a given area (site), which combines the biotic factors, climatic and soil conditions has influence on the development of the tree, producing differences in the formation of wood and consequently on their properties.

Key words: Technological characteristics, origin region, wood.

### 1 INTRODUÇÃO

O *Pinus caribaea* é uma espécie que engloba três variedades naturais: *caribaea*, *bahamensis* e *hondurensis*. A variedade *hondurensis* está entre os *Pinus* tropicais mais plantados no mundo. Isso pode ser atribuído à grande amplitude de condições ambientais de suas origens. Sua distribuição natural abrange altitudes desde o nível do mar até 1.000 m ou mais, propiciando a geração de variabilidade genética ligada à adaptação de variadas condições ecológicas. No Brasil, esta variedade é plantada quase que exclusivamente em regiões tropicais, pois tem pouca resistência a geadas.

Segundo Moura & Dvorak (2001), a espécie *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Sénécl) Barr. & Golf. ocorre naturalmente nas terras baixas de Belize, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicarágua e no leste do México. Esta espécie tem sido uma das mais estudadas entre os *Pinus* tropicais e uma das mais importantes comercialmente no centro e norte do Brasil. Está sendo plantada com sucesso em regiões de campos e cerrados, nas regiões

Centro-Oeste e Norte do país, principalmente, em razão da sua rusticidade e atraente crescimento volumétrico, mesmo em solos pobres e com déficit hídrico temporário (SHIMIZU, 2004).

A formação da madeira se inicia no processo fotossintético da planta, resumindo-se na assimilação por parte das árvores de água e gás carbônico transformadas em substância orgânica. Esse crescimento é grandemente influenciado por fatores ambientais: climáticos, edáficos e topográficos. A interação desses fatores com as plantas expressa a qualidade do sítio, levando árvores de uma mesma espécie a apresentarem, em função do sítio, crescimentos diferentes.

Spurr (1952) opina que a qualidade do sítio é a soma total dos fatores edáficos, biológicos e climáticos. As plantas são afetadas por todos esses fatores agindo em conjunto ou independentemente.

A qualidade do sítio afeta as variáveis dendrométricas e as propriedades da madeira. Árvores que possuem crescimento mais lento, ou seja, que se desenvolvem em sítios pouco produtivos, tendem a

<sup>1</sup>Professor, Departamento de Engenharia Florestal/EFL – Universidade de Brasília/UnB – Cx. P. 04357 – 70919-970 – Brasília, DF – goncalvez@unb.br

<sup>2</sup>Engenheiro Florestal, Departamento de Engenharia Florestal/EFL – Universidade de Brasília/UnB – Cx. P. 04357 – 70919-970 – Brasília, DF – fredericos.vieira@gmail.com

<sup>3</sup>Pesquisador do Laboratório de Produtos Florestais/LPF – IBAMA – 70818-900 – Brasília, DF – jose.camargos@ibama.gov.br

<sup>4</sup>Doutorando – Departamento de Engenharia Florestal/EFL – Universidade de Brasília/UnB – Cx. P. 04357 – 70919-970 – Brasília, DF – newton.zerbini@eln.gov.br

apresentar traqueóides com comprimento maior e baixo teor de lignina na composição da madeira (BIERMANN, 1996).

Em função do seu caráter de origem natural, a madeira apresenta propriedades tecnológicas distintas, isto é, com um elevado grau de variabilidade. Essa variação é parte resultante da interação entre o crescimento e variáveis diversas, entre estas, o clima, o solo e a disponibilidade de água e nutrientes.

Vários autores, entre eles Evans et al. (2000), Panshin & Zeeuw (1980) e Tomazello Filho (1985), mostram que existem importantes variações nas propriedades físico-mecânicas entre as árvores, mesmo quando são originadas do mesmo clone e do mesmo sítio. Isso se deve à característica biológica das árvores, que possuem fontes naturais de variação que, muitas vezes, não podem ser eliminadas. Também tem a própria variação dos fatores que compõem o sítio que irá afetar o desenvolvimento da árvore e, conseqüentemente, a qualidade da madeira produzida.

Conduziu-se este trabalho, com o objetivo de verificar a influência do sítio nas propriedades da madeira (densidade, retratibilidade, flexão estática e colorimetria) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, provenientes das regiões de Catalão (GO) e Mambá (GO).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido na Universidade de Brasília e no Laboratório de Produtos Florestais (LPF) - Serviço Florestal Brasileiro. A espécie pesquisada é o *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. A madeira utilizada para os ensaios foi coletada em duas empresas, uma situada no município de Mambá - GO (povoamento com 22 anos de idade), e outra localizada no município de Catalão - GO (povoamento com 23 anos de idade). A distância entre os povoamentos é de aproximadamente 650 km.

O município de Mambá localiza-se na meso-região à leste do Estado de Goiás e na micro-região do vão do Paranã. O clima predominante é o tropical sub-úmido e seco com temperatura média anual de 24,3°C, pluviosidade média anual em torno de 1018 mm e período de chuvas entre novembro e janeiro. Já os solos apresentam textura média e arenosa, sendo, predominante, o latossolo vermelho-amarelo-célico.

O município de Catalão situa-se na meso-região do Sul Goiano mais a sudeste do Estado e na micro-região de Catalão. O tipo de solo predominante é o latossolo, sendo possível encontrar cambissolos, litossolos e gleissolos. O

clima do município é o tropical de altitude com duas estações bem definidas, uma seca, que vai de junho a setembro, e uma chuvosa que se estende de dezembro a março. A pluviosidade média anual é de 1300 mm.

As madeiras provenientes desses povoamentos foram adquiridas no comércio local (Brasília), na forma de pranchas, com as dimensões: 2,40 m de comprimento x 0,18 m de largura x 0,035 m de espessura.

### 2.1 Confeção das amostras

Os corpos de prova para o estudo das propriedades densidade, retratibilidade, colorimetria e flexão estática (módulo de ruptura e de elasticidade), foram obtidos a partir de 15 pranchas, selecionadas ao acaso em um lote de 150 peças provenientes de 30 árvores de cada sítio. Os ensaios seguiram as normas 458 (COMISSÃO PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS – COPANT, 1972a).

### 2.2 Propriedades Tecnológicas

#### 2.2.1 Propriedades Físicas

Para os ensaios de densidade básica e retratibilidades (volumétrica, tangencial e radial) foram utilizados 12 corpos de prova nas dimensões de 2 cm x 2 cm x 10 cm, sendo tomadas como base as normas 30:1-004 (COPANT, 1971) e 462 (COPANT, 1972c), respectivamente.

#### 2.2.2 Propriedade Mecânica (Flexão estática)

Para o ensaio de flexão estática, utilizaram-se 12 corpos de prova de 2 cm x 2 cm x 30 cm. Essas amostras foram mantidas em sala de climatização para atingirem a umidade de 12%. Os corpos de prova foram ensaiados segundo as recomendações da norma COPANT 30:1:006 (COPANT, 1972b). Em razão do ensaio de flexão estática foram obtidos o módulo de elasticidade (MOE) e o módulo de ruptura (MOR). Esse teste foi realizado em uma máquina universal de testes INSTRON, célula de carga 2000 Kgf, com vão de 28 cm e velocidade de 1,3 mm/min.

#### 2.2.3 Colorimetria

Para esse ensaio foram utilizados 12 corpos de prova de dimensões 2 cm x 2 cm x 30 cm, sendo os mesmos utilizados para os ensaios de flexão estática. Para cada amostra, de forma aleatória, foram realizadas 20 leituras em cada face tangencial e radial.

O Espectrofotômetro Datacolor Microflash 200d com iluminante D65 e ângulo de 10° foi usado para as medições, sendo este conectado a um computador. As medições realizadas nas faces tangencial e radial de cada

corpo de prova foram para obtenção dos parâmetros colorimétricos: claridade ( $L^*$ ) e coordenadas  $a^*$  e  $b^*$ . Os demais parâmetros, saturação da cor (C) e do ângulo de tinta ( $h^*$ ) foram calculados, respectivamente, pelas seguintes equações:  $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$   $h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$

### 2.3 Análise Estatística

Os dados foram analisados estatisticamente, aplicando-se teste de média, ANOVA e comparações descritivas.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho levam em consideração somente a variável sítio, deixando de considerar outras variáveis como, por exemplo, idade, fatores genéticos, entre outros, que poderiam também interferir no desenvolvimento da planta e, por consequência, na qualidade da madeira.

A Tabela 1 mostra os valores médios das propriedades físicas (densidade, retratibilidades e anisotropia) da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, considerando os dois sítios.

Os valores médios da densidade básica da madeira apresentados na Tabela 1 para os sítios de Mambaí e Catalão são, respectivamente, 0,43 g/cm<sup>3</sup> e 0,46 g/cm<sup>3</sup>. Esses valores estão dentro dos sugeridos na bibliografia (BONDUELLE & CENI, 2002) para a espécie. Observa-se que, apesar da madeira proveniente do sítio de Catalão apresentar uma densidade básica quase 10% maior que a de Mambaí, esta não mostrou diferença significativa. A retratibilidade radial da madeira mostra valor maior para o sítio de Catalão. Esta tendência, apesar de não significativa, também é demonstrada pela retratibilidade volumétrica da madeira presente nesse sítio, em relação a Mambaí. Por outro lado, o coeficiente de anisotropia do sítio de Catalão é inferior, sugerindo que as tensões de secagem da madeira podem ser menores, assim como a propensão de defeitos, talvez em parte, explicado pela

maior densidade da espécie desenvolvida nessa região. De uma forma geral, os dados obtidos para as propriedades físicas sugerem que o sítio pode ter influência nessas propriedades, devendo ser considerada cada situação. A madeira originária de Mambaí merece uma maior atenção durante procedimentos de secagem, pois o coeficiente de anisotropia mais elevado aponta para maiores riscos de defeitos com essa madeira.

A Tabela 2 apresenta os valores médios do módulo de ruptura (MOR) e do módulo de elasticidade (MOE) das madeiras de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* provenientes dos sítios de Mambaí-GO e de Catalão-GO. A densidade básica aparece também nessa tabela para melhor compreensão dos resultados a serem analisados.

A propriedade flexão estática mostra diferenças significativas para a madeira da espécie estudada, tanto para o MOR como para o MOE entre os dois sítios. A madeira proveniente da região de Catalão apresenta resistência à flexão estática superior à originária do sítio de Mambaí. A tendência apresentada da densidade mais elevada para a madeira do sítio de Catalão pode ajudar a compreender esse resultado. Segundo Panshin & Zeeuw (1980), as propriedades mecânicas da madeira podem ser influenciadas por diversos fatores, citando o fator sítio e a densidade da madeira.

Na Tabela 3, apresentam-se os valores médios dos parâmetros colorimétricos da madeira estudada de cada região, comparando-os estatisticamente.

Baseando-se na classificação proposta por Camargos (1999), a madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* proveniente do sítio de Mambaí e de Catalão pode ser classificada como de coloração amarela clara. Os parâmetros colorimétricos  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e  $h^*$  são os principais responsáveis na caracterização dessa cor. A coordenada  $b^*$  tem influência marcante na formação da cor amarelada da espécie, corroborado pelo ângulo de tinta ( $h^*$ ) que a aproxima do eixo  $L^*$  (claridade). Observa-se que entre os

**Tabela 1** – Valores médios das propriedades físicas da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, para os dois sítios.

**Table 1** – Mean values of physical properties of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* wood for the two sites.

Sítio	Densidade Básica (g/cm <sup>3</sup> )	Retratibilidade Volumétrica (%)	Retratibilidade Tangencial RT (%)	Retratibilidade Radial RR (%)	Anisotropia RT/RR
Mambaí (GO)	0,43 <sup>a</sup>	9,54 <sup>a</sup>	6,18 <sup>a</sup>	3,35 <sup>a</sup>	1,84 <sup>a</sup>
Catalão (GO)	0,46 <sup>a</sup>	9,90 <sup>a</sup>	5,73 <sup>a</sup>	4,17 <sup>b</sup>	1,37 <sup>b</sup>

Médias seguidas pela mesma letra, dentro da mesma coluna, não se diferenciam ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

dois sítios estudados, a madeira proveniente de Mambaí é mais clara. Os menores valores das coordenadas  $a^*$  e  $b^*$ , e do parâmetro C (saturação) apresentados pela madeira de Catalão ajudam a compreender a menor claridade da madeira originária dessa região. Certamente a variável “sítio” teve influência decisiva na formação da cor mais clara ou mais escura da espécie para cada região. González (1993), afirma que a região geográfica (sítio) de formação do povoamento tem influência na cor da madeira.

Na Tabela 4, mostram-se os valores médios dos parâmetros colorimétricos ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , C,  $h^*$ ) da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, considerando as faces radial e tangencial, provenientes das duas regiões estudadas.

Observando-se a Tabela 4, verifica-se que a madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, apresenta diferenças significativas entre as faces radial e tangencial para todos os parâmetros colorimétricos, exceto para o ângulo de tinta, tanto para o sítio de Mambaí como de Catalão. Para as duas faces da madeira e para os dois sítios, a coordenada  $b^*$  é a principal responsável na formação da cor. Tanto para face radial como para tangencial, a madeira proveniente do sítio de Mambaí é de coloração mais clara quando comparada com a madeira de Catalão. É evidente a influência do sítio nos parâmetros colorimétricos, levando à formação de cores diferentes da madeira para cada sítio. É importante ressaltar a opção que tem o industrial ao

**Tabela 2** – Valores médios de densidade básica (Db), MOR e MOE para madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* proveniente dos sítios de Mambaí-GO e Catalão-GO.

**Table 2** – Mean values of basic density (Db), MOR and MOE for *Pinus caribaea* var. *hondurensis* wood from the sites of Mambaí-GO and Catalão-GO.

Sítio	Db (g/cm <sup>3</sup> )	MOR (Mpa)	MOE (Mpa)
Mambaí – GO	0,43	83,77 <sup>a</sup>	7.526,67 <sup>a</sup>
Catalão – GO	0,46	99,80 <sup>b</sup>	10.772,91 <sup>b</sup>

Médias seguidas pela mesma letra, dentro da mesma coluna, não se diferenciam ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. n.s.

**Tabela 3** – Valores médios dos parâmetros colorimétricos ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , C,  $h^*$ ) da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* considerando as duas regiões em estudo.

**Table 3** – Mean values of the parameters colorimetric ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , C,  $h^*$ ) of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* wood considering the two regions.

Sítio	$L^*$	$a^*$	$b^*$	C	$h^*$
Mambaí-GO	76,05 <sup>a</sup>	6,32 <sup>a</sup>	26,59 <sup>a</sup>	27,35 <sup>a</sup>	76,66 <sup>a</sup>
Catalão-GO	69,29 <sup>b</sup>	5,54 <sup>b</sup>	24,41 <sup>b</sup>	25,14 <sup>b</sup>	76,31 <sup>a</sup>

Médias seguidas pela mesma letra, dentro da mesma coluna, não se diferenciam ao nível de 1% de significância pelo teste de Tukey.

**Tabela 4** – Valores médios dos parâmetros colorimétricos ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , C,  $h^*$ ) de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* considerando as faces radial e tangencial, e os dois sítios de procedência da madeira.

**Table 4** – Mean values of the parameters colorimetric ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , C,  $h^*$ ) of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* wood considering the faces radial and tangential, and the two sites.

Sítio	Faces	$L^*$	$a^*$	$b^*$	C	$h^*$
Mambaí - GO	Radial	75,35 <sup>a</sup>	6,00 <sup>a</sup>	25,40 <sup>a</sup>	26,11 <sup>a</sup>	76,72 <sup>a</sup>
Catalão - GO	Radial	68,98 <sup>b</sup>	5,73 <sup>b</sup>	24,74 <sup>b</sup>	25,16 <sup>b</sup>	76,91 <sup>a</sup>
Mambaí - GO	Tangencial	77,66 <sup>a</sup>	6,63 <sup>a</sup>	27,78 <sup>a</sup>	28,59 <sup>a</sup>	76,61 <sup>a</sup>
Catalão - GO	Tangencial	69,64 <sup>b</sup>	5,29 <sup>b</sup>	24,34 <sup>b</sup>	24,96 <sup>b</sup>	76,88 <sup>a</sup>

Médias seguidas pela mesma letra, dentro da mesma coluna, não se diferenciam ao nível de 1% de significância pelo teste de Tukey.

adquirir esta madeira no momento do desdobro. Quando pretende-se lotes de madeiras mais claras, estas devem ser desdobradas no sentido tangencial, pois os valores da luminosidade ( $L^*$ ), nessa face, são mais elevados.

#### 4 CONCLUSÕES

Apesar da não consideração de outras variáveis como idade e fatores silviculturais, pode-se afirmar que a região de procedência da madeira (sítio) teve influência na qualidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, por sua vez, na suas propriedades físicas, mecânicas e colorimétricas.

A madeira proveniente do sítio de Catalão, quando comparada com a madeira do sítio de Mambaí, mostra tendência de apresentar propriedades físicas (densidade e retratibilidade) e mecânicas (MOR e MOE) mais elevadas.

A influência do sítio é marcante na cor da madeira desta espécie. A madeira oriunda do sítio de Mambaí é mais clara, tanto na face radial como na tangencial.

Para uma mesma espécie de madeira, a região de procedência (sítio) de sua madeira serrada, sempre deverá ser considerada, pois suas propriedades tecnológicas poderão ser diferentes, podendo ter consequências em seus produtos.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIRMANN, C. J. **Handbook of pulping and papermaking**. 2. ed. San Diego: Academic, 1996. 754 p.
- BONDUELLE, A.; CENI, E. A. Usinagem do *Pinus*: esforço e potência. **Revista da Madeira**, Curitiba, p. 144-147, 2002. Edição especial.
- CAMARGOS, J. A. A. **Colorimetria aplicada na elaboração de uma tabela de cores para madeiras tropicais**. 1999. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1999.
- COMISSION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS. **Maderas**: método de determinación del peso específico aparente: COPANT 30:1:004. Caracas, 1971.
- COMISSION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS. **Maderas**: selección y colección de muestras: 458 COPANT. Caracas, 1972a.
- COMISSION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS. **Maderas**: método de determinación de flexión estática: COPANT 30:1:006. Caracas, 1972b.
- COMISSION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS. **Maderas**: método de determinación de la contracción: 462 COPANT. Caracas, 1972c.
- EVANS, J. L. W.; SENFT, J. F.; GREEN, D. W. Juvenile wood effect in red alder: analysis of physical and mechanical data to delineate juvenile and mature wood zones. **Forest Products Journal**, Madison, v. 50, n. 7/8, p. 75-87, 2000.
- GONÇALEZ, J. C. **Caracterization technologique de quatre especes peu connues de la foret amazonienne**: anatomie, chimie, couleur, propriétés physiques et mécaniques. 1993. 446 f. Thèse (Doctorat) - Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Nancy, 1993.
- MOURA, V. P. G.; DVORAK, W. S. Variação em procedências e famílias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* da Guatemala e Honduras, testadas no Brasil, Colômbia e Venezuela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em: 4 dez 2006.
- PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. de. **Textbook of wood technology**. 4. ed. New York: [s.n.], 1980. 722 p.
- SHIMIZU, J. Y. *Pinus* na silvicultura brasileira. **Revista da madeira**, Curitiba, p. 22-28, out. 2004. Edição especial.
- SPURR, S. H. **Forest inventory**. New York: Ronald, 1952. 476 p.
- TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *E. saligna* e *E. grandis*. **IPEF**, Piracicaba, n. 29, p. 37-45, 1985.