

## Usinagem da Madeira de Cinco Espécies Nativas Brasileiras

*Machining Of Wood Five Brazilian Native Species*

Ananias Francisco Dias Júnior<sup>1</sup>, Alexandre Monteiro de Carvalho<sup>2</sup>, Pablo Vieira dos Santos<sup>3</sup>,  
Marcelly Alves da Silva<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Brasil

<sup>2</sup>Dr. do Departamento de Produtos Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

<sup>3,4</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Brasil

### Resumo

O presente trabalho teve o objetivo de comparar o comportamento de cinco espécies nativas brasileiras: Angelim (*Andira anthelmia*), canela (*Anila firmula*), cedro (*Cedrela fissilis*), ipê amarelo (*Tabebuia alba*) e muiracatiara (*Astronium lecontein*) através de ensaios de usinagem. Confeccionaram-se dez amostras para cada espécie de dimensões, seguindo a norma americana ASTM D-1666-87 e determinou-se, ainda, a densidade aparente da madeira (g.cm<sup>-3</sup>) com base na NBR 7190, a fim de estabelecer possíveis relações. Os ensaios de usinagem realizados foram: teste de plaina, furo para dobradiça e para cavilha, teste de rasgo, de lixa, fendilhamento por pregos e ensaio de torneamento. Todas as espécies avaliadas se comportaram bem com relação ao teste de lixa e furação para cavilha, não apresentando diferenças significativas entre as notas obtidas. Porém, o ipê apresentou o pior resultado para o ensaio de plaina, e o cedro, devido a sua menor densidade aparente, obteve o pior resultado frente aos ensaios de furação. Com relação ao ensaio de torneamento, as espécies de ipê e canela foram classificadas como as melhores dentre as espécies avaliadas. De forma geral, pôde-se concluir que as espécies apresentaram potenciais de usos em móveis, esquadrias e ocasiões de acabamento gerais.

**Palavras-chave:** Madeira nativa, Torneamento, Trabalhabilidade da madeira.

### Abstract

This study was to compare the behavior of five native Brazilian species: angelim (*Andira anthelmia*), a canela (*Anila firmula*), cedro (*Cedrela fissilis*), ipê amarelo (*Tabebuia alba*) e a muiracatiara (*Astronium lecontein*) through testing machining. It was made ten samples for each kind of dimensions following the U.S. ASTM D 1666-87. Still determined the apparent density of the wood (g.cm<sup>-3</sup>) based on the NBR 7190 in order to establish possible relations For machining tests, all species behave well with relation to the sanding and drilling for peg no significant differences between the grades obtained. However, the ipê submitted the worst result for the planing test and cedro due to its smaller apparent density obtained the worst result front of drilling tests. With respect to turning test, species of ipê and canela were rated as the best among the tested species. Overall, it was concluded that the species showed potentials of uses in furniture, frames and general finishing occasions.

**Keywords:** Native wood, Wood turning, Workability of the wood.

## I INTRODUÇÃO

A madeira, em função das suas características físicas e mecânicas, e pela facilidade em ser transformada por equipamentos simples e de baixo consumo energético, torna-se um material bastante competitivo em relação aos outros materiais na fabricação de móveis. Além disso, possui aspecto decorativo (com variações de cores e desenhos que atendem aos mais diversos projetos) e sensação de conforto que transmite aos usuários.

A característica que destaca a madeira dos demais materiais é a possibilidade de sua produção sustentada com significativa absorção de CO<sub>2</sub>, tornando-a extremamente importante sob o ponto de vista ambiental.

A fabricação de móveis é relacionada, geralmente, com o uso de madeiras nobres, que são principalmente de origem nativa, ocasionando o principal aspecto negativo na produção de móveis em nosso país: a exploração ilegal e depredatória de nossas florestas.

Segundo Szachnowicz (2006), as empresas dos segmentos de chapas e painéis de madeira possuem 10% das florestas plantadas no Brasil, e o consumo desses materiais cresce mais que o PIB brasileiro, o que demonstra a grande aceitação do produto pelo mercado consumidor.

No entanto, os móveis produzidos a partir de madeira nativa possuem maior valor agregado, tendo grande aceitação do mercado externo e maior participação no PIB nacional do que os móveis a partir de florestas plantadas.

Segundo Silva (2002), usinar a madeira não é somente cortá-la, mas produzir uma forma desejada quanto às dimensões e à qualidade da superfície, sendo, ainda hoje, o estudo de madeiras nativas destinadas ao segmento moveleiro de fundamental importância para o setor para que consigamos melhor aproveitamento da matéria-prima, e com melhor qualidade no produto de madeira maciça, custo reduzido e avanço no manejo sustentável.

Segundo Silva (2005), quando a madeira é destinada à fabricação de móveis, assoalhos, esquadrias e outros usos que demandam alta qualidade da superfície, a usinagem bem executada melhora o seu desempenho perante os processos de acabamento superficial, tornando a operação economicamente ajustada. Portanto, vale salientar a abertura de grandes mercados consumidores de produtos mobiliários no exterior, como os Estados Unidos, e a competitividade revelada pelos rendimentos de escala da indústria em países mais distantes, como a China, que se apresenta como a principal concorrente mundial do setor (PROBST PEREIRA, 2009).

Dentro dos ensaios de usinagem, o torneamento é um dos processos mais difíceis, sendo utilizado para fabricação de peças cilíndricas. Ele opera fazendo girar uma peça presa a uma placa (peças curtas e grossas) ou fixada entre pontas (peças longas e finas), enquanto uma ou diversas ferramentas de corte são pressionadas em um movimento regulável de avanço de encontro à superfície da peça, removendo material de acordo com as condições técnicas adequadas. Devem-se levar em consideração alguns aspectos para um melhor resultado durante o processo de torneamento, como a densidade da madeira, o uso da ferramenta correta, assim como a velocidade de corte adequada durante o processo e as condições da máquina utilizada. Um bom operador de torno também é fundamental, visto que o torno utilizado muitas vezes é manual, e o marceneiro é quem faz as peças, utilizando uma faca (formão) apropriada para realizar entalhes na madeira. Além do torneamento, existem outros ensaios que aferem quanto à qualidade da madeira, como os testes de lixa, plaina, rasgo, fendilhamento por pregos e furação. Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento da madeira frente a diferentes processos de usinagem em cinco espécies de madeira nativa, analisando-as segundo procedimentos normativos orientados pela norma americana ASTM D-1666-87 e orientar quanto ao direcionamento de usos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas peças de madeira de cinco espécies nativas, obtidas em serraria local localizada no município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro. As espécies foram o angelim (*Andira anthelmia*), a canela (*Anila firmula*), o cedro (*Cedrela fissilis*), o ipê amarelo (*Tabebuia alba*) e a muiracatiara (*Astronium lecointein*). As amostras foram levadas para o Laboratório de Processamento de Madeiras - LPM, do Departamento de Produtos Florestais, do Instituto de Florestas, onde foram retrabalhadas para obten-

ção de corpos-de-prova com dimensões padrão de 30cm x 12cm x 2,5cm. Para cada espécie foram confeccionados 10 corpos-de-prova em duplicata, totalizando 50 amostras.

As amostras beneficiadas foram utilizadas para a condução dos testes de usinagem da lixa, plaina, furação para cavilha e dobradiça e fendilhamento por pregos, seguindo os procedimentos descritos na publicação da norma americana ASTM D-1666-87, exemplificados na Figura 1.

Após a realização de cada teste, os corpos-de-prova foram avaliados segundo um critério de notas de 1 a 5, em que 1 significou amostras sem defeitos, e 5 significou peças com 100% de defeitos; as demais notas foram dadas conforme a intensidade dos mesmos. As peças foram classificadas quanto à presença ou ausência de defeitos.

A avaliação foi realizada de forma visual, baseando-se na sensibilidade dos observadores, que compararam as peças com imagens fotográficas existentes na norma ASTM D-1666-87, que serve como parâmetro de avaliação dos resultados obtidos. Também foi utilizado na avaliação um documento com imagens de todos os possíveis defeitos encontrados em peças de madeira após ensaios de usinagem, disponibilizado pelo Laboratório de Processamento de Madeiras – LPM/DPF/IF/UFRRJ.

O teste de torno também é um ensaio de usinagem, porém, muito pouco difundido e estudado no meio acadêmico e por pesquisadores, atualmente. Após o teste de torneamento, os corpos-de-prova

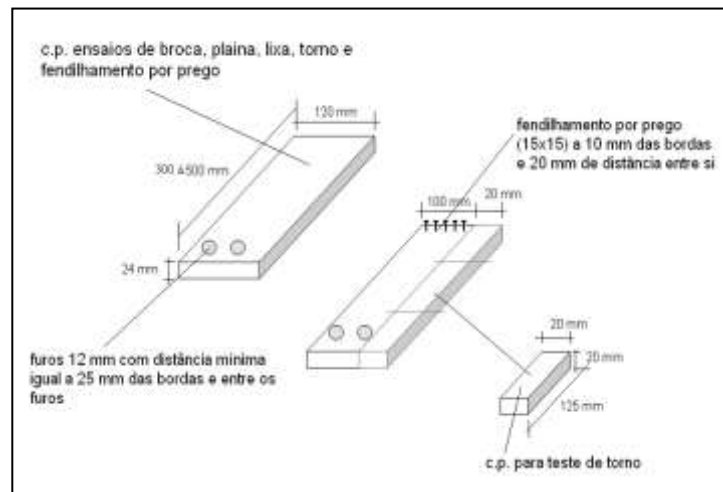


Figura 1. Esquema de retirada dos corpos-de-prova para os testes de usinagem

foram avaliados segundo o mesmo critério de notas de 1 a 5, em que a nota 1 significou amostra sem defeitos, sendo as demais notas dadas em função da intensidade dos mesmos. No torneamento das amostras avaliadas, utilizou-se um torno com rotação de 1450 rpm, combinado com uma ferramenta de corte própria para fazer peças com o perfil preestabelecido que delimita os contornos das amostras a serem torneadas (Figura 1).

As peças foram torneadas seguindo um padrão de utilização da mesma ferramenta até apresentarem o contorno bastante próximo ao descrito na norma. A avaliação levou em consideração os defeitos denominados grã felpuda (“fuzzy grain”); grã arrancada (“torn grain”) e superfície enrugada (“roughness”).

A densidade aparente foi determinada utilizando os procedimentos descritos no Anexo B do documento normativo ABNT NBR 7190:1997 “Projeto de estruturas de madeira”. Normalmente a densidade aparente da madeira é determinada quando a amostra se encontra no estado de umidade de equilíbrio com o ambiente, sendo importante a identificação deste teor de umidade, pois são nas condições ambientais que normalmente são conduzidos trabalhos nas indústrias moveleiras. A densidade aparente foi determinada em função da Equação 1.

$$\text{Densidade } (\rho) = M/V \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (\text{Equação 1})$$

onde: M = massa do corpo de prova em g; V = volume do corpo de prova em cm<sup>3</sup>.



Figura 2. Detalhe do teste de torneamento

Através do uso do software livre ASSISTAT - Versão 7.6 beta (2013), foram determinados, além das médias, os coeficientes de variação e as análises de variância seguidas do teste de comparação de médias de Tukey, conduzido ao nível de significância de 5%.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores médios obtidos para densidade aparente das cinco espécies estudadas.

Tabela 1. Resultados médios dos teores de umidade e da densidade aparente das sub-amostras confeccionadas para cada espécie avaliada

Nome popular	Densidade aparente	Teor de umidade (%)
Ipê	1,186 (5,27) a	13,0
Angelim	0,768 (1,69) c	16,0
Canela	0,754 (3,07) c	17,0
Muiracatiara	0,982 (6,87) b	16,0
Cedro	0,375 (6,09) d	14,0

\* valores entre parênteses referem-se aos coeficientes de variação. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Analisando os resultados, observa-se que o ipê possui a maior densidade aparente, caracterizando uma madeira pesada. A trabalhabilidade da madeira demonstrou-se difícil, dificultando a realização de alguns testes. Por outro lado, o cedro obteve a menor densidade aparente, caracterizando uma madeira mais macia e leve. As densidades encontradas para o angelim e a canela apresentaram resultados bastante aproximados. Observou-se que cedro obteve o maior teor de umidade, e o ipê menor média para este parâmetro. O IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2009) aponta densidade aparente de espécies nativas de 0,710 g/cm<sup>3</sup>, 0,790 g/cm<sup>3</sup> e 0,960 g/cm<sup>3</sup> para angelim pedra, peroba rosa e jatobá, respectivamente, valores próximos aos aqui encontrados para canela, angelim e muiracatiara, respectivamente.

No teste de torneamento, a espécie que apresentou o melhor resultado foi o ipê, conseguindo nota mínima e apresentando a superfície isenta de defeitos. A canela também apresentou desempenhos

satisfatórios para este ensaio, com pequenos defeitos; pode-se considerar que esta espécie apresentou um desempenho no teste de torno praticamente sem defeitos, assim como a espécie de ipê. As espécies de angelim e muiracatiara possuíram desempenhos semelhantes, recebendo mesma nota na avaliação. Apenas em uma pequena parte das amostras foram observadas grã arrancada e grã felpuda em média intensidade.

Já o cedro apresentou um resultado muito inferior, possivelmente devido à enorme quantidade de grã arrancada e grã felpuda encontrada nas peças, além das extremidades quebradas, podendo ser atribuídas a sua menor densidade aparente.

A Tabela 2 dispõe as médias avaliadas pelo teste de Tukey para os ensaios de usinagem realizados.

Tabela 2. Resultados das avaliações das amostras após testes de usinagem

Nome popular	Médias das notas				
	Teste de lixa	Teste de plaina	Furação cavilha	Furação dobradiça	Rasgo
Angelim	1,0 a	1,25 a	1,50 a	2,17 a	2,00 a
Canela	1,0 a	1,13 a	1,25 a	2,50 a	2,00 a
Cedro	1,0 a	1,25 a	2,50 b	3,33 b	5,00 b
Ipê	1,0 a	1,63 b	1,50 a	1,17 c	2,00 a
Muiracatiara	1,0 a	1,50 b	1,00 a	1,67 c	1,50 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



Figura 3. Corpos-de-prova depois da realização do teste de torno. Da esquerda para a direita, as espécies canela, ipê, angelim, muiracatiara e cedro, respectivamente

No teste de lixamento, todas as espécies receberam notas máximas, ou seja, não apresentaram nenhum tipo defeito. De acordo com as médias encontradas e com as avaliações realizadas, observou-se que os corpos-de-prova de canela foram os que obtiveram melhores resultados no teste da plaina em relação às outras espécies, tendo como único defeito apresentado a presença de leves marcas de cavaco.

Por outro lado, o ipê obteve o pior resultado, apresentando o maior índice de defeitos no teste da plaina. Observou-se maior intensidade na presença de grã felpuda e grã arrancada em relação à maioria das outras espécies. Carvalho et al. (2010), trabalhando com mogno africano, espécie que vem substituindo substancialmente o mogno brasileiro, encontrou 83% e 87% de notas 1 para ensaios de plaina e lixa respectivamente. As espécies aqui avaliadas receberam melhores resultados com relação ao mogno africano, que já é uma madeira consolidada no segmento moveleiro, surgindo como potenciais matérias-primas.



Na furação para cavilha, de acordo com a avaliação realizada, todas as espécies apresentaram resultados satisfatórios em relação à queima da madeira no momento da realização dos ensaios, não apresentando em nenhum momento tal defeito. Em relação a presença de grã levantada, a muiracatiara apresentou o melhor resultado, enquanto o cedro apresentou grande intensidade do defeito na maior parte dos furos, determinando assim o pior entre as espécies, conforme mostra Figura 4.

De acordo com a análise dos resultados, para o ensaio de furação para dobradiça os corpos-de-prova do ipê obtiveram o menor índice de defeitos, apresentando apenas uma leve intensidade de grã felpuda. Por outro lado, o cedro apresentou média intensidade de grã arrancada e alta intensidade de grã felpuda e marcas de cavaco. Lucas Filho (2004) ressalta que, para melhoria dos resultados de furação, a velocidade de corte e a densidade da madeira são as principais variáveis a serem observadas visando melhorias no processo.

De acordo com os resultados obtidos para o teste do rasgo, observa-se que a muiracatiara obteve melhor resultado, inclusive não apresentando nenhum defeito em corpo-de-prova. Por outro lado o cedro apresentou grande intensidade de grã felpuda, recebendo notas mínimas no teste.

Na Tabela 3 estão inseridos os resultados do ensaio de fendilhamento por pregos. No teste, o único a apresentar índice significante de rachaduras foi o ipê, apresentando em quase todas amostras presença de fendilhamento. Os outros corpos-de-prova das demais espécies obtiveram resultado satisfatório no teste.



Figura 4. Furação para cavilha no cedro.

Tabela 3. Resultados para o ensaio de fendilhamento por pregos

Nome popular	Corpos-de-prova	Pregos
Angelim	10	Aceita
Canela	10	Aceita
Cedro	10	Aceita
Ipê	10	não aceita
Muiracatiara	10	Aceita

#### 4 CONCLUSÕES

Por meio dos ensaios de usinagem, pôde-se concluir que:

- a) Dentre todas as espécies, a que apresentou melhor resultado geral foi a muiracatiara, demonstrando grande aptidão para confecção de móveis, portas e esquadrias.
- b) O cedro obteve os piores resultados frente aos testes de usinagem.
- c) A madeira de ipê pode ser utilizada pela indústria moveleira, na fabricação de móveis ou de seus componentes, visto que o seu desempenho no teste de torno foi excelente.

d) Pode-se associar a densidade com o desempenho da madeira no teste de torno, visto que a espécie de ipê, que foi a melhor avaliada no teste, também teve o maior valor de densidade aparente, e a espécie de cedro, com o pior desempenho no teste de torno, foi a que apresentou o menor valor de densidade aparente.

## 5 REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 1666-87: Standard method for conducting machining tests of wood and wood base materials (reapproved 1994). Philadelphia, 1995. p. 226 - 245.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de Estruturas de Madeira: NBR 7190. Rio de Janeiro, ABNT, 1997. 107p.

CARVALHO, A. M.; DA SILVA, B. T.B.; LATORRACA, J. V. de F. Avaliação da Usinagem e caracterização das propriedades físicas da madeira de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.). Revista Cerne, Lavras - MG, v. 16, Suplemento, p. 106-114, 2010. Disponível em: < <http://www.dcf.ufla.br/ebramem/Artigo%2015.pdf>>. Acesso em 21 maio, 2014.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Madeira: uso sustentável na construção civil. São Paulo, 2.ed, 99 p., 2009.

LUCAS FILHO, F.C. Análise da usinagem da madeira visando a melhoria de processos em indústrias de móveis. 2004. 176f. Tese (Doutorado em Gestão do Design e do Produto) - Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/87044/204100.pdf?sequence=1>>. Acesso em 21 maio, 2014.

PROBST PEREIRA, T. C. A Indústria moveleira no Brasil e os fatores determinantes das exportações. 2009. (Conclusão do curso de graduação em Ciências Econômicas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: < <http://tcc.bu.ufsc.br/Economia292757>>. Acesso em 05 maio, 2014.

SILVA, J.C. Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden de diferentes idades, visando sua utilização na indústria moveleira. 160p. Tese (Doutorado em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais). UFPR, Curitiba. 2002. Disponível em: < <http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/silva,jc.pdf>>. Acesso em 02 de jan, 2014.

SILVA, J.R.M. Influência da morfologia das fibras na usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Revista *Árvore*. v.29, n.3, p.479-487, 2005. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622005000300016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622005000300016)>. Acesso em 02 de jan, 2014.

SZACHNOWICZS, R. Indústria de Painéis, Madeira Sólida e Móveis. In: Congresso Brasileiro de Desenvolvimento Sustentável para a Indústria de Base Florestal e de Geração de Energia. Anais... Madeira 2006, São Paulo, 2006. Disponível em: < <http://pt.slideshare.net/loracruz/industria-de-painis-madeira-slida-e-mveis-por-roberto-szachnowicz-vice-presidente-da-satipel-minas>>. Acesso em 05 fev, 2014.