III CBCTEM
Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

DESEMPENHO DA MADEIRA DE Pinus sp. EM ENSAIOS DE USINAGEM, LIXAMENTO E FIXAÇÃO POR PREGOS

Paulo Cesar Leal de Carvalho[1]
Everton Fernandes Miranda[1]
Carlos Silveira[2]
Norma Maciel[2]
Cláudia Torres[3]
Alexandre Monteiro de Carvalho[4]
Karen Allen Resende da Silva[3]
Amanda Arantes Junqueira[2]

[1] Instituto de Floresta / Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
[2] Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais / Instituto de Floresta / Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
[3] Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
[4] Departamento de Produtos Florestais / Instituto de Floresta / Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

DESEMPENHO DA MADEIRA DE *Pinus* sp. EM ENSAIOS DE USINAGEM, LIXAMENTO E FIXAÇÃO POR PREGOS

Resumo: O Pinus é uma espécie advinda, no Brasil, em sua maioria, de florestas plantadas e reflorestamentos, sendo sua madeira utilizada em larga escala no setor madeireiro do País. O presente trabalho refere-se à avaliação do desempenho da madeira de *Pinus* sp. (Pinheiro) em ensaios de usinagem, lixamento e fixação de pregos. Foi realizado o desdobro de 1 tora de *Pinus* sp. a qual resultou em 2 pranchões, a partir das quais foram confeccionados 6 corpos de prova com 2 x 9,5 x 30 cm. As avaliações dos testes seguiram as recomendações da norma ASTM-D 1666-87 adaptada. A madeira de *Pinus* sp. apresentou fácil trabalhabilidade, facilidade no desengrosso, lixamento e aplainamento e boas características quanto aos testes de inserção de prego, furos 7/8" (passante e não passante), porém os testes de furação e rasgo horizontal apresentaram os piores resultados. Pode-se concluir que a madeira de *Pinus sp.* apresenta bom desempenho perante a usinagem, apresentando desempenho regular apenas no teste de fresamento lateral. No entanto, houve uma grande disparidade no desempenho dos corpos de prova, o que evidência a heterogeneidade da madeira dentro de um mesmo indivíduo.

Palavras-chaves: coníferas, aplainamento, trabalhabilidade.

PERFORMANCE OF THE MADEIRA DE *Pinus* sp. IN MACHINING TESTS, SANDING AND FIXING BY NAILS

Abstract: Is commonly to find *Pinus* sp. on planted forests and reforestation, in Brazil, and its wood is used in large scale in the country`s timber sector. The presente research refers to the evaluation of *Pinus* sp. (pinheiro) in machining, sanding and nail fixing tests. It was performed the unfolding of 1 log of *Pinus* sp. which resulted in 6 samples with 2 x 9,5 x 30 cm. Test evaluations followed the recommendations of adapted ASTM – D 1666-87. The wood of *Pinus* sp. presented easy workability, facility of degreasing, sanding and planing, and good characteristics for nail insertion tests, 7/8" holes, but the horizontal drilling and tearing tests presented the worst results. It can be concluded that wood of *Pinus* sp. performs good machining, presenting regular performance only in the lateral milling test. However, there was a great disparity in the performance of the samples, which evidences the heterogeneity of the wood inside the same individual.

Keywords: conifers, planing, workability

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um recurso natural renovável que possui vantagens competitivas em relação a outros materiais utilizados na construção civil. No entanto, ela necessita ser bem trabalhada para que os resultados obtidos não transformem essas vantagens em autênticas desvantagens. É importante entender que para bem trabalhar a madeira, necessita-se conhecer suas propriedades, os parâmetros de usinagem a serem utilizados e suas relações (SOUZA JUNIOR, 2012).

A usinagem da madeira e suas relações de causa e efeito com as variáveis envolvidas na melhoria dos processos e a definição dos melhores parâmetros para as mesmas, são primordiais para o posicionamento perante a concorrência e para o desenvolvimento de um processo de fabricação mais eficiente (LUCAS FILHO, 2004).

Quando a madeira é destinada a fabricação de móveis, assoalhos, esquadrias e a 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 (SILVA et al., 2005).

Parâmetros de corte, que envolvem principalmente velocidades de corte e avanço, associados à qualidade da madeira e a geometria do dente da serra, podem implicar no tempo de processamento e no gasto com energia, que são decisivos nas estratégias industriais (SOUZA, 2009).

Os resultados verificados no material madeira e, seu comportamento diante dos processos mecânicos primários, secundários e terciários diz respeito à sua usinagem. Com isso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho da madeira de *Pinus* sp. diante a ensaios de usinagem, lixamento e fixação por pregos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Descrições da madeira

Para obtenção dos corpos-de-prova foi realizado a seleção de um indivíduo de *Pinus* sp, localizado em uma área de plantio experimental, localizado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no município de Seropédica-RJ.

O plantio tem espaçamento de 4 x 3 m e 13 anos de idade a contar da implantação da muda. Cortou-se uma tora de 1,10 metros de comprimento retirada da base, da qual foram extraídos dois pranchões cortados mais próximos da casca da árvore como observado na Figura 1. Após o processamento primário a madeira foi levada para o Laboratório de Processamento da Madeira (LPM) do Departamento de Produtos Florestais, do Instituto de Florestas da UFRRJ e com auxílio da serra circular foram confeccionados 6 corpos-de-prova com 2 x 9,5 x 30 cm, espessura, largura e comprimento respectivamente.

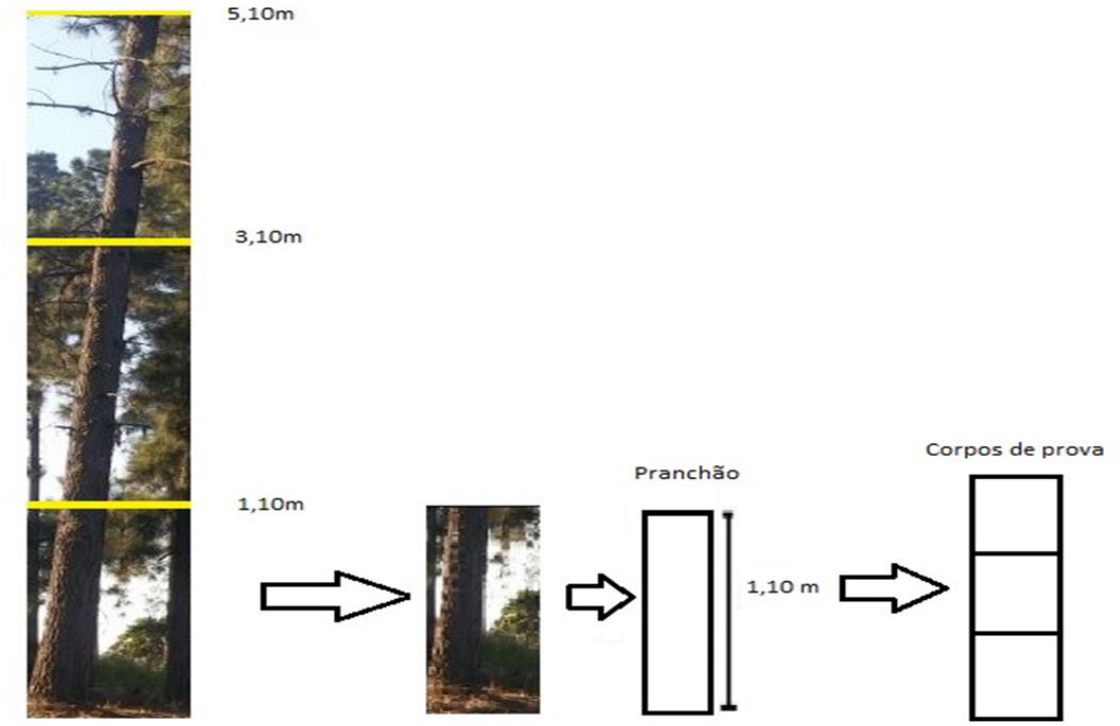

Figura 1. Esquema de corte do fuste para obtenção do pranchão e corpos-de-prova.

2.2 Descrições dos testes de usinagem

Na realização da análise de qualidade da superfície usinada da madeira foram feitos os seguintes testes: Aplainamento – teste de plaina, furação, fresamento lateral, lixamento e fixação por pregos.

A avaliação foi realizada de forma visual, comparando as peças com imagens fotográficas existentes na norma ASTM D-1666-87 adaptada.

No teste de plaina, as amostras foram avaliadas quanto à presença de quatro diferentes defeitos: marcas de cavaco, grã arrancada, grã felpuda e grã levantada, após a passagem das amostras em uma plaina desempenadeira de duas facas (Figura 2), frequência de rotação do eixo de 2600 min^{-1}, e espessura de corte foi de aproximadamente 1,6 mm.

Figura 2: Plaina desempenadeira utilizada no teste de plaina.

Ao longo do teste de plaina foram realizadas duas operações de desempeno, uma em “discordância” e outra em “concordância”, considerando a movimentação do eixo e da faca em relação sentido longitudinal da peça ou disposição das fibras, cada tipo de movimentação foi realizado em metade da peça.

Para esse ensaio específico, as notas atribuídas foram as seguintes:

Nota 1 - excelente: superfícies isentas de quaisquer defeitos;

Nota 2 - boa: presença de defeitos leves em até metade da peça;

Nota 3 - regular: presença de defeitos médios, ou leves na maior parte da peça;

Nota 4 -ruim: presença de defeitos médios na maior parte da peça, ou presença de defeitos fortes; e

Nota 5 - muito ruim: presença de defeitos forte na maior parte da peça.

No teste de lixa foi usada uma lixadeira de esteira que possui 2,70 m entre a roda motriz e a roda guia, com uma lixa de grão 100 (Figura 3). O teste de lixa foi realizado na face oposta ao teste de plaina, sendo a superfície da madeira lixada por 20 segundos.

Figura 3: Lixadeira de esteira utilizada na realização do teste de lixa.

Neste teste foi avaliado o riscamento de superfície e grã felpuda, onde foram dadas notas conforme o detalhamento a seguir:

Nota 1 - excelente: superfícies isentas de quaisquer defeitos;

Nota 2 - boa: superfície com riscamento ou grã felpuda em apenas uma parte pequena da peça;

Nota 3 - regular: presença de riscamento ou grã felpuda em metade da superfície da peça;

Nota 4 - ruim: presença de riscamento ou grã felpuda em maior parte da peça;

Nota 5 - muito ruim: presença de riscamento ou grã felpuda em quase que totalidade da peça

Para o teste de furação foi utilizado uma furadeira vertical de coluna com velocidade de avanço manual, com frequência de rotação do motor de 3100 min-1 (Figura 4).

Figura 4: Furadeira vertical de coluna utilizada na realização do teste de furação.
Fonte: Acervo pessoal do LPM.

As seguintes furações foram realizadas: “para cavilha” e “para dobradiça”, na furação “para cavilha”, a furadeira foi equipada com brocas do tipo helicoidal de aço, com 6, 8, e 12 mm de diâmetro, sendo realizados 6 furos passantes por amostra, 2 para cada broca. Na furação “para dobradiça” foi utilizada broca chata de 26 mm, para os quais foram confeccionados dois furos, sendo um passante e o outro não passante. Os furos foram realizados a uma distância de 20 mm entre si e também das bordas.

As notas aplicadas ao teste de furação foram às seguintes:

Nota 1 - excelente: ausência de defeito em qualquer um dos furos;

Nota 2 - boa: superfície defeito leve em apenas um, ou dois dos furos;

Nota 3 - regular: presença de defeito leve, em metade dos furos, ou presença de defeito médio;

Nota 4 - ruim: presença de defeitos severos em um furo, ou presença de defeito médio na maior parte dos furos;

Nota 5 - muito ruim: presença de defeito severo em mais de um furo.

O teste de rasgo foi realizado na lateral da peça, em lado oposto ao lado onde foram feitos os furos de cavilha e dobradiça, com a utilização de uma furadeira horizontal com uma broca helicoidal de 8 mm (Figura 5).

Para avaliação foram atribuídas notas de um a cinco, em função do levantamento de fibras presentes nas superfícies do rasgo:

Nota 1 - excelente: ausência de levantamentos de fibras em qualquer das quatro bordas e no fundo;

Nota 2 - boa: presença de levantamento leve em uma ou duas faces quaisquer;

Nota 3 - regular: presença de levantamento forte em uma e leve em outra;

Nota 4 - ruim: presença de levantamento forte em duas a quatro faces quaisquer e fundo isento de levantamento;

Nota 5 - muito ruim: presença de levantamento forte nas quatro faces e no fundo.

Figura 5: Furadeira horizontal utilizada na realização do teste de rasgo.

Para o teste de fixação por pregos, foram utilizados pregos 15 x 15 com 30 mm de comprimento e 2,4 mm de diâmetro. Os pregos foram inseridos com espaçamento de 20 mm entre si e a 10 mm das bordas das peças, com a utilização de um martelo de 250 g (Figura 6). As avaliações foram feitas levando-se em consideração a presença de rachas ou trincas observadas na superfície de penetração.

Figura 6: Fixação por pregos da madeira de *Pinus* sp.

A classificação dos resultados foi à seguinte:

- Peça que aceita pregos: amostra sem rachas, trincas ou dimensões insignificantes destes, não alcançando o topo das amostras;
- Peça que não aceita pregos: com trincas ou rachas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todos os testes realizados foi adotado o uso de um *modus operandi* na finalidade de diminuir possíveis interferências nos testes relacionados ao desgaste do equipamento utilizado e o manuseio do operador diferenciado de um corpo de prova para o outro.

O teste de aplainamento apresentou uma média geral de 2,4, considerando o teste no sentido concordante e discordante, ou seja, um desempenho de bom a regular (Tabela 1). Para esse teste foram encontrados apenas defeitos leves a médios. Os testes na direção concordante e discordante apresentaram valores médios aproximados, de 2,41 e 2,29, respectivamente. Resultado parecido foi encontrado no trabalho de Taques e Arruda (2016) com angelim pedra, em que no teste de plaina encontraram defeitos de leve a médio, classificando o teste como regular.

Tabela 1: Notas para os testes de aplainamento, furação, lixamento e fresamento lateral.

Corpo de prova	Aplainamento	Lixamento	Furação	Fresamento Lateral
1	3,3	4	3,4	5
2	3,3	3	3,4	5
3	1,5	2	1,8	3
4	1,3	1	2	1
5	2,1	1	2	2
6	2,6	3	3,8	2

O desempenho para acabamento superficial por lixamento ficou na faixa de bom a regular, com média de 2,3. Para esse teste, as notas variaram de excelente a ruim. Apresentado peças isentas de defeitos e uma peça com a maior parte do corpo de prova com defeito.

A furação foi classificada como boa a regular, apresentando média de 2,7. Resultado parecido foi encontrado em trabalho de Dias Junior et al. (2014) para a madeira de cedro, com média de 2,9 para esse teste. Entre os testes de furação,o melhor resultado obtido foi do ensaio para dobradiça, no furo não passante, com média 3, sendo considerado um desempenho regular. No geral não foram encontrados defeitos severos para esse teste.

O fresamento lateral foi considerado regular, com média 3. Na Figura 7, podemos observar os defeitos encontrados para o teste, em que os corpos de prova são apresentados em ordem das melhores para as piores notas (de cima para baixo). É possível observar que o corpo de prova 4 ficou livre de defeitos enquanto o 2 apresentou levantamento forte de grã, nas quatro laterais e no fundo.

Figura 7: Ilustração do teste de fresamento lateral, realizado com furadeira horizontal.
Fonte: Acervo pessoal do LPM.

Para o teste de fixação por pregos, foi avaliada apenas a aceitação ou não dos mesmos. O qual 100 % das peças apresentaram aceitação. Esse foi o teste que apresentou melhores resultados, ou seja, não houve aparecimento de trincas ou rachas após a fixação dos pregos (Figura 8).

Carvalho et al. (2010), encontrou resultados parecidos com o do presente trabalho, na sua pesquisa com mogno africano, onde para o teste de fresamento encontrou desempenho regular e para o teste de fixação por pregos encontrou aceitação em 80% das amostras.

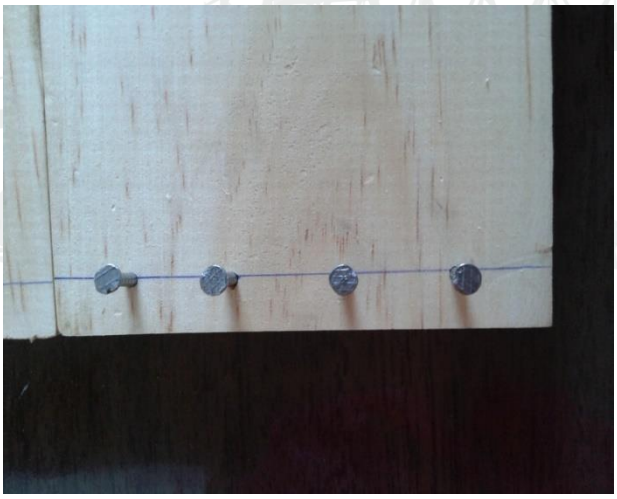

Figura 8: Análise do teste de fixação por pregos no corpo de prova 6.
Fonte: Acervo pessoal do LPM.

Por fim, foi obtida a média geral para a espécie, que foi de 2,6, a qual é classificada como boa (Figura 9). Foi possível observar que os corpos de prova não seguiram um padrão, apresentando grandes oscilações em seus resultados. Bonduelle et al. (2002), afirma que as oscilações no pinus são devido a heterogeneidade da matéria prima, principalmente a densidade, e com isso o processo de usinagem pode apresentar comportamentos diferenciados para um mesmo indivíduo.

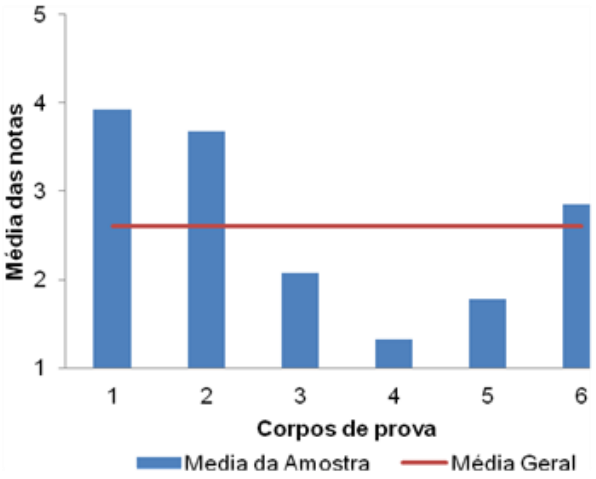

Figura 9. Valores médios de cada corpo de prova e média geral.

4. CONCLUSÕES

A madeira de *Pinus sp.* apresenta bom desempenho perante a usinagem, apresentando desempenho regular apenas no teste de fresamento lateral. No entanto, houve uma grande disparidade no desempenho dos corpos de prova, o que evidência a heterogeneidade da madeira dentro de um mesmo indivíduo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BONDUELLE, A.; YAMAJI, F. Borges, C.C. Resíduos. Revista da Madeira, Curitiba, n. 68, p. 82-86, 2001.

CARVALHO, A. M.; Silva, B. T. B.; LATORRACA, J. V. F. Avaliação da Usinagem e caracterização das propriedades físicas da madeira de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.). Cerne, Lavras, v. 16, Suplemento, p. 106-114, 2010.

DIAS JÚNIOR, A. F. D.; CARVALHO, A. M.; SANTOS. P. V.; SILVA, M. A. Usinagem da madeira de cinco espécies nativas brasileiras. REVISTA ELETRÔNICA EM GESTÃO, EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA AMBIENTAL, v. 18, n. 3, p. 1200-1206, 2014.

LUCAS FILHO, F. C. Análise da usinagem de madeiras visando a melhoria de processos em indústrias de móveis. 2004. 174 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SILVA, J. R. M.; MUNIZ, G. I. B.; LIMA, J. T.; BONDUELLE, A. F. Influência da morfologia das fibras na usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. Revista Árvore, Viçosa, v. 29, n. 3, pp.479-487, 2005.

SOUZA JUNIOR, N. D. Qualidade na Produção de peças de madeira de *Pinus*. Revista da Madeira, v. 132, 2012.

SOUZA, E. M. Influência dos parâmetros de usinagem da madeira de *Eucalyptus* sp. no consumo de energia específica de corte em serra circular. 2009. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

TAQUES, A. C.; ARRUDA, T. P. M. Usinagem da madeira de angelim pedra (*Hymenolobium petraeum*). Revista de Ciências Agroambientais, v. 14, n. 1, p.97-103, 2016.