

DIFICULDADES NA DETERMINAÇÃO DA DUREZA JANKA E SUGESTÕES PARA MELHORAMENTOS NA PRECISÃO

Ivan Tomaselli*

José Eugênio Binder**

SUMMARY

The values obtained by JANKA hardness following the COPANT Standards recommendations were compared with the values obtained utilizing a graphic methodology developed by the author. The values obtained utilizing the COPANT recommendations were always higher than the values obtained utilizing the graphic methodology. It is proposed that a change in the COPANT recommendations to the graph methodology.

1. INTRODUÇÃO

Dureza pode ser definida como a resistência que um corpo sólido apresenta à penetração de outro corpo sólido através da aplicação de uma força. Na atualidade são adotados vários métodos para determinar a dureza de materiais, como:

Dureza Brinell, Chalais-Mendon e Janka (Kollmann e Côté, 1968).

O teste de JANKA tem sido adotado no Brasil para a determinação da dureza de madeiras, conforme recomendações da Comissão Pan-Americana de Normas técnicas — COPANT 30 : 1-009. Este consiste basicamente em medir o esforço necessário para introduzir no topo e nas laterais (face tangencial e radial) do corpo de prova uma semi-esfera de aço com 1cm² de área diametral até uma profundidade igual ao raio da semi-esfera.

A indicação de que a esfera atingiu a uma penetração igual ao seu raio é feita através de um anel auxiliar existente no dispositivo (veja Figura 1), o qual prende ao tocar a madeira. Quando este fato ocorre, é necessário que se desligue a máquina o mais rápido possível, para então ser feita a leitura da carga. Os valores lidos correspondem a carga necessária à penetração da esfera.

Uma vez que a área de contato da esfera é bem menor que a do anel auxiliar, quando este último toca a madeira, ocorre num intervalo de frações de segundo, um disparo da carga. Evidentemente evitar erros significantes num procedimento como este é bastante difícil, e a precisão dos resultados vai depender principalmente de dois fatores:

- a) Rapidez do operador
- b) Resposta da máquina de teste

Quanto menor o tempo entre o momento que o anel auxiliar é preso e o momento que a máquina é desligada, menor o erro. Por outro lado, a rapidez com que a máquina transfere o impulso elétrico da célula de carga ao painel registrador e a rapidez com que a máquina cessa o movimento do cabeçote e do ponteiro após ter sido desligada, também irá influenciar na precisão do teste.

Objetiva-se neste trabalho comparar os resultados de dureza JANKA obtidas conforme a metodologia COPANT, com um método desenvolvido pelo autor utilizando-se de um sistema gráfico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os testes foram realizados em uma máquina de testes Universal. A metodologia de teste sugerida pela COPANT foi comparada com um novo método onde obtia-se um gráfico de carga-deformação, através de um sistema automático. A deformação era medida através de um deflectômetro apoiado no cabeçote da própria máquina.

Foram testadas 3 espécies, representando madeiras de alto, médio e baixo peso específico (veja Quadro 1), sendo que os corpos de prova foram confeccionados de acordo com a COPANT, ou seja: 5,0 x 5,0 x 15 cm, devidamente orientados. Para cada espécie foram testados 20 corpos de prova. A velocidade de avanço do cabeçote foi de 6mm/min.

* Eng. Florestal, M.Sc., Ph.D. Professor da UPFR.

** Eng. Florestal.

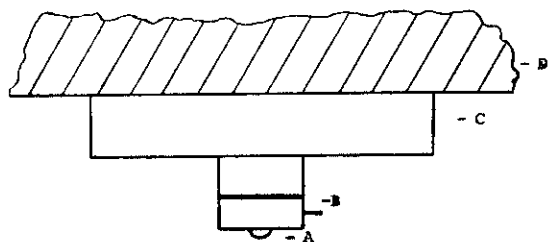


Figura 1: Dispositivo utilizado no teste de dureza JANKA (COPANT 30 : 1-009)

A — semi-esfera

B — anel móvel

C — suporte

D — cabeçote da máquina

Em todos os casos foram obtidos gráficos, e a máquina era parada pelo operador, com a maior rapidez possível, quando o anel auxiliar era travado ou seja, entrava em contato com a superfície, sendo então feita a leitura da carga.

A fim de que pudesse ser avaliado melhor a subjetividade do método de teste proposto pela COPANT, o grupo de 20 corpos de prova foi dividido em 2 sub-grupos de 10 corpos de prova por espécie, sendo cada um dos grupos testados da mesma maneira mas por diferentes operadores.

Foi determinado somente a dureza da face tangencial.

Quadro 1: Espécies e número de corpos de prova testados.

ESPECIE	Peso específico* = 12% (g/cm ³)	Número de corpos de prova testados	
		Oper. A	Oper. B
Mimosa scabrella (Bracatinga)	0,774	10	10
Nectandra rigida (Canela branca)	0,515	10	10
Tabebuia cassinioides (Caixeta)	0,360	10	10

* SUDESUL/IBDF/Gov. Estado do Pr. — CPF, 1979.

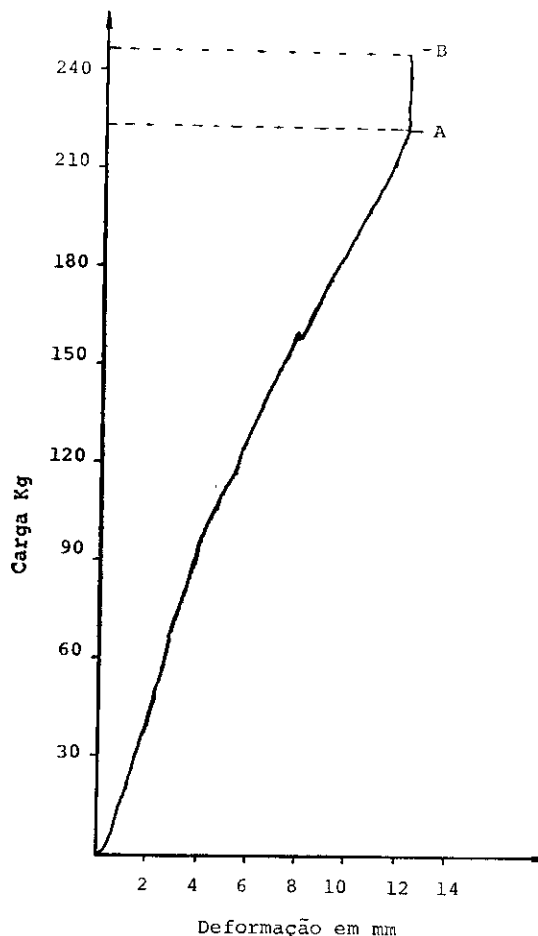


Figura 2: Curva típica carga-deformação utilizada para a determinação da resistência da madeira.

A) Ponto utilizado para determinação da resistência à Dureza JANKA utilizando-se da metodologia gráfica proposta.

B) Valor obtido baseando-se na recomendação da COPANT.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um gráfico típico para a determinação da resistência à dureza JANKA utilizando-se do sistema proposto é mostrado na figura 2. Como pode ser observado, existe um ponto onde ocorre uma mudança abrupta da direção da curva carga-deformação. Esta mudança de direção é devido ao fato de que o anel

que limita a profundidade de penetração da semi-esfera toca o corpo de prova, causando um aumento na área de contato e conseqüentemente um aumento maior em carga para um determinado acréscimo na deformação.

Como pode ser observado na figura 2, a determinação do ponto quando a esfera penetrou exatamente a profundidade igual ao seu raio é extremamente fácil e precisa. Minimiza-se neste caso as influências externas do operador, ou da inércia da própria máquina de ensaio como anteriormente discutido.

A comparação entre os resultados obtidos graficamente e os obtidos tradicionalmente (desligando-se a máquina quando observada a fixação do anel móvel) é mostrado no quadro 2. Os valores apresentados não são os de resistência à dureza mas sim a razão (R) entre os valores obtidos utilizando-se da sistemática convencional (C) e os obtidos graficamente (G) : $R = C/G$. O objetivo da utilização da razão foi o de minimizar a variabilidade entre corpos de prova e baseia-se em metodologia apresentada em estudos passados (Tomaselli, 1977). Caso não exista diferença entre as duas metodologias a razão deveria apresentar valores iguais à unidade. Se o valor de R for estatisticamente superior à unidade, o teste conduzido tradicionalmente estaria super-estimado a resistência à dureza e vice-versa.

Quadro 2: Razão (R) entre os dados obtidos num teste de dureza JANKA utilizando-se a metodologia proposta pela COPANT e os obtidos graficamente.

Operador	Espécie	R
A	Caixeta	1,095**
	Canela	1,089**
	Bracatinga	1,062**
B	Caixeta	1,148**
	Canela	1,100**
	Bracatinga	1,085**

** Desvio significativo da unidade, 99% de probabilidade.

Como pode ser observado para ambos os operadores, considerando-se as três espécies estudadas, a razão entre os dados obtidos pelo sistema convencional e o sistema gráfico apresentou desvio significativo da unidade (teste "t"). Isto indica que em todos os casos o sistema convencional está super-estimado a resistência à dureza apresentando valores superiores em até 14,8% quando comparado com o sistema gráfico de maior precisão. Observa-se ainda que de uma maneira geral o operador B induziu erros maiores nos testes quando comparado com o operador A.

Para avaliar-se o efeito do peso específico (3 tratamentos definidos pelas 3 espécies) nos erros introduzida pela metodologia convencional realizou-se uma análise de variância dos dados obtidos, considerando-se separadamente o operador A e o operador B, o que é mostrado nos quadros 3 e 4.

Quadro 3: ANOVA Operador A.

F.V.	G.L.	S.Q.	M.Q.	F'
Trat.	2	0,0062	0,031	2,43
Erro	27	0,0343	0,0013	
Total	29	0,0405		

Quadro 4: ANOVA Operador B.

F.V.	G.L.	S.Q.	M.Q.	F'
Trat.	2	0,0217	0,0108	
Erro	27	0,0714	0,0026	4,09*
Total	29	0,0931		

* Significante ao nível de 95% de probabilidade.

Como pode ser observado, para o operador A o peso específico não afetou o nível do erro introduzido, ou seja, o erro causado pelo sistema convencional é o mesmo para as três espécies testadas (independente do peso específico).

Para o operador B, o peso específico afetou os resultados, e a tendência apresentada é que o erro aumenta com a diminuição do peso específico (veja Quadro 2). Esta tendência deve estar relacionada ao fato de que com um peso específico mais baixo, menores são os valores de resistência alcançados, e como o valor sobre-estimado e praticamente constante (quantitativamente) representará maiores porcentagens para resistências menores.

4. CONCLUSÃO

A metodologia gráfica desenvolvida apresenta grandes vantagens sobre o sistema tradicional recomendado pela COPANT. Os resultados não são afetados pelo operador e com isto obtém-se uma maior precisão. Além disto o sistema gráfico é bastante simples tanto na

aplicação como na análise dos resultados. A inclusão da metodologia aqui proposta nas recomendações da COPANT trariam grandes benefícios para a avaliação de propriedades mecânicas de madeiras.

5. RESUMO

A metodologia recomendada pela COPANT para determinação da dureza JANKA foi comparada com método desenvolvido utilizando-se de gráfico carga-deformação. A metodologia da COPANT induz a erros significantes nos resultados, super-estimando a resistência da madeira à dureza. O método desenvolvido é mais preciso, não sendo afetado pelo operador, bem como é de simples aplicação, recomendando-se a adoção desta metodologia pela COPANT.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COPANT (1973) Comissão Panamericana de Normas Técnicas, 30 : 1-009.

KOLLMANN, F.F.P. & CÔTÉ, W.A., (1968) *Principles of wood Science and Technology*: Berlim, Springer Verlag, v. 1. 529 p.

SUDESUL/IBDF/Gov. Estado do Paraná — CPF (1979). Estudo das alternativas técnicas, econômicas e sociais para o Setor Florestal do Paraná — Sub-Programa Tecnologia, Curitiba. 335 p.

TOMASELLI, I (1977) *The influence of High Temperature Drying on some Physical and Mechanical Properties of Pinus radiata D. Don*. Tese de Doutorado. Univ. Melbourne, 264 p.