

PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA MADEIRA DE *Quillaja brasiliensis*

Physical and Mechanical Properties of *Quillaja brasiliensis* Wood

Elio José Santini*

RESUMO

Para o estudo das propriedades físicas e químicas da madeira de *Quillaja brasiliensis* (saboeiro), utilizou-se seis árvores coletadas no município de Santa Maria, RS. O material, coletado, preparado e ensaiado de acordo com as recomendações da COPANT, foi testado no Laboratório de Tecnologia da Madeira do Departamento de Ciências Florestais da UFSM.

Os testes mostraram que a madeira é pesada, com resistência mecânica média até alta em algumas propriedades e boa trabalhabilidade. Embora a propensão a colapso e empenamentos limite sua utilização como madeira serrada, é recomendada para construção civil leve e pesada, marcenaria, construção interna e embalagens, sempre que o odor e gosto não sejam importantes.

Uma comparação das propriedades mecânicas com os valores mencionados na literatura para algumas espécies nativas, é apresentada.

UNITERMOS: propriedades físicas e mecânicas, madeira serrada, *Quillaja brasiliensis*, COPANT, umidade, colapso, empenamento, utilização, testes de laboratório, corpo de prova.

SUMMARY

In the study of physical and mechanical properties it was used the wood from six trees collected in Santa Maria, RS. The material was prepared and tested according to interamerican norms (COPANT) in the Wood Technology of Forest Sciences Department - UFSM.

The physical and mechanical tests showed that wood is heavy, with medium mechanical resistance in some properties and good in woodworking. Despite of the tendency to cell collapse and different types of warps that reduced its utilization, the wood is recommended to light and heavy construction, cabinet work, interior construction and packages that do not requires absence of odour and taste.

* Engenheiro Florestal, M.Sc., Professor Assistente do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria. 97100 - Santa Maria, RS. Bolsista do CNPq.

A comparison between the mechanical properties founded with values cited in the literature to other native species is also presented.

KEY WORDS: physical and mechanical properties, sawn timber, *Quillaja brasiliensis*, COPANT method, moisture, cell collapse, warp, utilization, laboratory tests, specimen.

INTRODUÇÃO

O estudo sistemático das propriedades físicas e mecânicas das madeiras brasileiras iniciou-se no país, no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (BROTERO, 1). Hoje existem diversas instituições de pesquisas e universidades brasileiras preocupadas com este setor da tecnologia da madeira.

Os métodos de ensaio para avaliação das propriedades físicas e mecânicas adotadas até os dias atuais no Brasil, constituem-se basicamente de especificações estrangeiras adaptadas às nossas condições, e fundamentadas principalmente nas normas francesas estudadas por Monnin, além de algumas características advindas de métodos americanos.

As pesquisas pioneiras conduzidas no Brasil se guiaram pela Norma Brasileira (NB 26 da ABNT) elaboradas em 1940. Atualmente, várias instituições adotam a norma interamericana (COPANT, 2), que além de ser mais atual, oferece a possibilidade de comparação com os resultados obtidos através da norma ASTM (IBDF, 4).

O conhecimento das propriedades físicas e de resistência a esforços mecânicos da madeira possibilita a comparação com outras espécies já estudadas (VILELA, 8) e, juntamente com outros caracteres, auxilia na classificação tecnológica da madeira. As informações tecnológicas obtidas a nível de laboratório constituem-se numa base sólida para a aplicação industrial adequada da madeira (GHILARDI & MAINIERI, 3).

Existe um série de fatores inerentes ao equipamento de ensaio e ao próprio material, que afetam as propriedades mecânicas da madeira (KOLLMANN & CÔTÉ, 5). Como os valores absolutos de resistência variam consideravelmente de uma amostra para outra em uma mesma essência florestal, e também entre corpos de prova de uma mesma amostra (SALLENAVE, 6), o resultado final reflete a média dos valores encontrados para a espécie.

O presente estudo teve como objetivo determinar as propriedades físicas da madeira de *Quillaja brasiliensis* (st. Hil. et Tul.) Mart.

MATERIAL E MÉTODOS

Para determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira seguiu-se basicamente as recomendações preconizadas pela norma COPANT. Em alguns casos especiais, entretanto, foram adotados procedimentos de outras normas técnicas devido a dificuldade de execução de alguns testes como recomendado pela COPANT, com os equipamentos disponíveis no Laboratório de Tecnologia da Madeira.

Coleta do material

O material de *Quillaja brasiliensis* utilizado neste estudo foi coletado no Campo de Instrução da Brigada Militar localizado no município de Santa Maria, RS. Seis árvores de fuste reto e diâmetro à altura do peito (DAP) variando entre 25 a 35 cm, foram abatidas e subdivididas em toretes de 1,5 m de comprimento. Depois de serem devidamente codificados para posterior identificação com a árvore e posição no tronco, os toretes foram transportados para o Laboratório de Tecnologia da Madeira do Departamento de Ciências Florestais da UFSM.

Preparo do material

De cada árvore estudada, utilizou-se apenas um dos toretes. Destes, através de serra de fita, procedeu-se à obtenção de um pranchão com espessura aproximada de 8,0 cm, de modo a incluir a medula (Figura 1). Essas peças foram conservadas à sombra, gradeadas em local bem arejado para uma secagem natural lenta, objetivando reduzir a possibilidade de defeitos.

Os pranchões foram subdivididos em vigotes com secção transversal de 8,0 x 8,0 cm, como mostra a Figura 1. Depois de eliminar aquele correspondente a medula, procedeu-se o sorteio para selecionar um vigote, de acordo com as recomendações da COPANT. De cada vigote sorteado confeccionou-se dois corpos de prova para cada um dos testes ensaiados, resultando um total de 12 corpos de prova por teste. Para as propriedades físicas, devido à disponibilidade de material, utilizou-se três corpos de prova por teste. Todos os corpos de prova foram produzidos na marcenaria da UFSM, utilizando-se dos equipamentos disponíveis como serras circulares, plainas, lixas, etc.

Após sua confecção, os corpos de prova foram condicionados na câmara climática do Laboratório de Tecnologia da Madeira, a uma temperatura

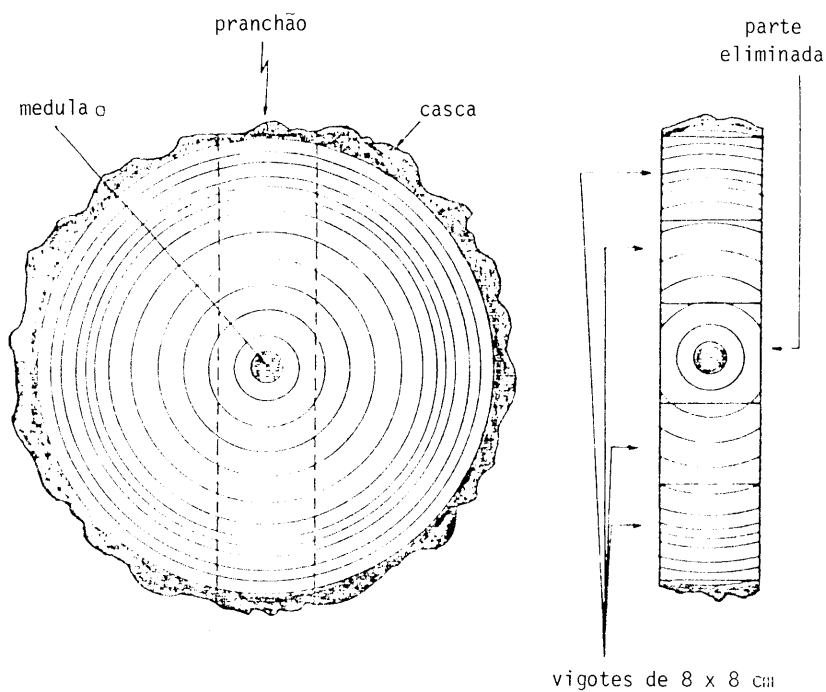


FIGURA 1. Obtenção do pranchão e vigotes para a determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira.

de $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $65 \pm 2\%$ de umidade relativa, que correspondem a um teor de umidade de equilíbrio da madeira de aproximadamente 12%. Foram mantidos nestes condições até que não ocorressem mais variações em peso, isto é, até entrar em equilíbrio com o ambiente.

Determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira

Quando os corpos de prova atingiram o teor de umidade de 12%, procedeu-se a determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira. Para obter informações adicionais acerca das dimensões dos corpos de prova, recomenda-se as normas da COPANT.

Determinou-se o peso específico aparente utilizando-se uma balança analítica de laboratório com precisão centesimal e o método estereométrico, para a obtenção do peso e volume dos corpos de prova respectivamente. As dimensões foram medidas com o uso de micrômetros e paquímetros.

Para a retratibilidade, determinou-se as contrações radial, tangencial e volumétrica, e o fator de anisotropia, o qual é obtido pela relação entre as contrações tangencial e radial. Com os mesmos corpos de prova calculou-se o coeficiente de retratibilidade radial e tangencial, onde o peso e o volume no estado seco foram obtidos com os mesmos instrumentos usados para o peso específico, após secagem em estufas de laboratório a $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ de temperatura.

Para a realização dos ensaios mecânicos, utilizou-se uma máquina Universal de Amsler, com acessórios específicos e possibilidade de controle da velocidade de ensaio. A deformação, obtida de um defletômetro, juntamente com a carga aplicada, foram registradas periodicamente em formulários específicos. Os valores correspondentes a relação carga/deformação, importante nos ensaios de flexão estática e compressão, permitiram a confecção de gráficos para a determinação do limite de proporcionalidade. A resistência da madeira ao choque (flexão dinâmica) foi obtida com a máquina Pendular de martelo de Charpy.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vários são os fatores que afetam as propriedades físicas e mecânicas da madeira, alguns relacionados com a própria heterogeneidade do material, portanto, de difícil controle, outros perfeitamente controláveis. Por exercer influência significativa nas propriedades de qua-

lificação da madeira; a umidade é rigidamente controlada. Com esta finalidade, todo o material de ensaio foi condicionado a 12% de umidade até atingir peso constante. Este valor foi confirmado após execução de cada teste, e a pequena variação detectada na umidade de equilíbrio nos corpos de prova pode ser considerada normal.

Propriedades físicas da madeira

Os valores obtidos para as propriedades físicas da madeira, em conformidade com as normas da COPANT, são apresentados na Tabela 1.

O peso específico aparente é uma das propriedades mais importantes da madeira, já que se interrelaciona com praticamente todas as outras propriedades. A variabilidade foi relativamente pequena (coeficiente de variação de 15,5%) e o valor encontrado inclui esta madeira entre as pesadas.

A maior variabilidade foi verificada entre as contrações. Este fato é esperado uma vez que esta propriedade é afetada principalmente pela orientação da grã, ocorrência de defeitos (especialmente o colapso), etc. As contrações foram determinadas desde aproximadamente o ponto de saturação das fibras até o teor de umidade de 12%, fato este que justifica os baixos valores encontrados. Os valores evidenciados para o coeficiente de retratibilidade, que se refere a percentagem de contração ou inchamento linear para cada 1% de variação no teor de umidade, foram normais.

A anisotropia de contração é um parâmetro, dentre outros, empregado para avaliar a estabilidade dimensional da madeira. Variações anormais nas direções radial e tangencial são comumente fontes de defeitos e tornam restrito o uso final da madeira. De acordo com a Tabela 1, os valores encontrados neste estudo indicam que o material *Quillaja brasiliensis* apresenta estabilidade dimensional normal.

Propriedades mecânicas da madeira

Na Tabela 2 são apresentados os valores determinados para as propriedades mecânicas da madeira. Verifica-se, através da análise do coeficiente da variação, que a maior variabilidade foi encontrada para o fendilhamento. Neste tipo de ensaio, a presença de rachaduras internas e colapso afeta significativamente a resistência e pode ter sido a causa da desuniformidade dos testes.

TABELA 2. Propriedades mecânicas da madeira de *Quillaja brasiliensis* (St. Hill. et Tul.) Mart.

Propriedade	Unidade	Nº de árvores Pesqui- sadas	Nº corpos de prova/ árvore	Nº total de corpos de prova	Valor intervalo a 95%	Desvio padrão s	Coeffi- ciente de variação (%)
Flexão estática							
MOR	kg/cm ²				988,88	1.084,27	150,203
o LP	kg/cm ²	6	2	12	512,90	557,32	69,943
MOE	kg/cm ²				97,229	110,937	21,582,7
						124,644	19,5
Flexão dinâmica							
coef. resistência	kgm/cm ²	6	2	12	0,713	0,815	0,161
coef. K	kgm/cm ²				0,438	0,502	0,101
cota dinâmica	-				0,700	0,815	0,182
						0,930	22,3
Compressão paralela às fibras							
MOR	kg/cm ²				409,59	444,54	55,02
o LP	kg/cm ²	6	2	12	214,60	240,75	41,18
MOE	kg/cm ²				121,020	142,700	34,136,4
						134,379	23,9
						1,165E+09	
Compressão perpendicular às fibras							
o LP tangencial	kg/cm ²	6	2	12	110,76	121,31	16,61
o LP radial	kg/cm ²				81,52	87,98	10,17
						94,44	11,6
Compressão tangencial							
o max radial	kg/cm ²	6	2	12	163,06	168,17	8,05
	kg/cm ²				133,04	140,78	12,20
						148,53	4,8
						148,80	8,7
							

TABELA 2. Continuação...

Propriedade	Unidade	Nº de árvores pesqui- sadas	Nº corpos de prova/ árvore	Nº total de prova	Valor médio entre intervalo de confiança a 95%	Variancia s^2	Desvio padrão s	Coefi- ciente de variação (%)
Tracção perpendicular às fibras	kg/cm ²		2	12	71,91	739,91	27,20	30,5
o max tangencial	kg/cm ²	6	2	12	73,04	98,56	9,93	12,5
o max radial								
Tracção paralela às fibras								
o max	kg/cm ²	6	2	12	889,89	92.787,86	304,61	28,1
Dureza								
topo	kg/cm ²				894,89	3.232,18	56,85	6,1
tangencial	kg/cm ²	6	2	12	653,59	52.784,82	229,75	28,7
radial	kg/cm ²				646,36	15.397,79	124,09	17,1
Fendilhamento								
o max tangencial	kg/cm ²	6	2	12	30,08	736,92	27,14	57,4
o max radial	kg/cm ²				26,70	1.471,49	38,36	75,6

De uma maneira geral, o coeficiente de variação calculado para os diferentes testes apresentou altos e baixos. Deve-se, entretanto, considerar que, além da influência dos fatores envolvidos, as características da madeira muitas vezes variam consideravelmente de acordo com a posição no tronco e também dentro de uma mesma amostra, devido à sua heterogeneidade natural. Por esta razão, a variabilidade evidenciada nos resultados dos ensaios tecnológicos da madeira é comumente esperada.

Para uma avaliação mais prática das propriedades mecânicas da madeira, comparou-se os valores da Tabela 2 com algumas espécies nativas. As espécies conhecidas da literatura (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, 7) que mais se assemelham à *Quillaja brasiliensis* nos diferentes ensaios realizados são as seguintes:

- flexão estática: *Miconia cinnamomifolia* (jacatirão), *Prunus sellowii* (pessegueiro bravo) e *Calophyllum brasiliensis* (olandí);
- flexão dinâmica: *Ocotea catharinensis* (canela preta) e *Mimosa scabrella* (bracaatinga);
- compressão paralela às fibras: *Podocarpus lambertii* (pinheiro bravo) e *Sapium glandulatum* (leiteiro);
- compressão perpendicular às fibras: *Mimosa scabrella*, *Miconia cinnamomifolia* e *Ocotea pulchella* (canela lageana);
- cisalhamento: *Hyeronima alchorneoides* (urucurana) e *Ocotea catharinensis*;
- tração perpendicular às fibras: *Mimosa scabrella*;
- tração paralela às fibras: *Miconia cinnamomifolia* e *Prunus selowii*;
- dureza Janka: *Mimosa scabrella*;
- fendilhamento: valores superiores aos usados como termo de comparação.

Avaliação tecnológica da madeira

A avaliação tecnológica da madeira, visando sua aplicação industrial, é realizada com base em um conjunto de características que abrangem o processamento com equipamentos de corte e beneficiamento, comportamento de secagem, estudo dos caracteres anatômicos e organolépticos, propriedades físicas e mecânicas, polpa e papel, durabilidade.

de natural e aceitação de tintas, vernizes, adesivos, etc. Os resultados de um estudo detalhado da madeira e de produtos confeccionados à base de madeira permitem sugerir a utilização para a qual a espécie possui propriedades tecnológicas mais adequadas.

A *Quillaja brasiliensis* produz madeira pesada, de resistência mecânica até alta em certas propriedades, sendo fácil de serrar, aplaiar, tornear, parafusar, pregar e lixar, obtendo-se uma superfície bastante lisa.

Embora este estudo tenha sido limitado às propriedades físicas e mecânicas da madeira, outros aspectos tecnológicos também foram observados. O maior problema na utilização desta espécie como madeira serrada reside na sua secagem, devido ao surgimento de empenamentos e colapso. A susceptibilidade desta espécie ao colapso deve-se à estrutura anatômica favorável, especialmente pela presença de fibras e vasos de paredes muito finas, que proporcionam uma baixa resistência destes tipos celulares à compressão perpendicular. Este defeito é severo nesta espécie, evidenciando-se nos estágios iniciais de secagem quando o teor de umidade está acima do ponto de saturação das fibras. A produção de madeira sofre ainda com a presença de empenamentos de difícil controle, em virtude da notável irregularidade na grã desta espécie.

A madeira serrada, com as limitações expostas no parágrafo anterior, é recomendada para a construção civil leve e pesada, marcenaria interior e exterior, construção interna e embalagens, sempre que o odor e gosto da madeira não tenham papel importante.

Com base no peso específico, resistência à compressão perpendicular à grã e ao cisalhamento, provavelmente a madeira possa ser indicada para dormentes. Entretanto, como os estudos de permeabilidade e tratamento com produtos preservativos ficaram prejudicados, não se pode recomendar o uso desta espécie para fins onde a durabilidade natural é requisito importante.

Devido ao sabor amargo e odor desagradável, provocados pelo elevado teor de saponinas, a madeira não pode ser usada para fins especiais, tais como peças de madeira para embalagens de produtos alimentícios, palitos dentais e de produtos gelados e outros artigos similares que entram em contato com alimentos, quando em uso.

CONCLUSÕES

O estudo das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Quillaja brasiliensis* permite concluir o seguinte:

a) A madeira é facilmente trabalhável com máquinas e ferramentas de corte, resultando uma superfície bastante lisa.

b) A madeira é recomendada para a construção civil pesada e leve, marcenaria interior e exterior, construção interna e embalagens, sempre que o odor e gosto não tenham papel importante.

c) A susceptibilidade a empenamentos e colapso celular limitam sua utilização como madeira serrada.

d) Devido ao sabor amargo e odor desagradável, a madeira não é indicada para fins especiais.

LITERATURA CITADA

1. BROTERO, R.A. *Método de ensaio adotado no IPT para o estudo das madeiras nacionais*. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1956. 26 p.
2. COPANT - COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS. *Descripción de características generales macroscópicas y microscópicas de las maderas de Angiosperma y Dicotiledoneas*. Santiago, COPANT, 1974. V. 30, p. 1-19.
3. GHILARDI, E. & MAINIERI, C. Caracterização e aplicações das madeiras nacionais no Estado de São Paulo. *Silvicultura em São Paulo*, 3(3):311-32, 1964.
4. IBDF. *Madeiras da Amazônia: caracterização e utilização*. Brasília, CNPq, 1981. 113 p.
5. KOLLMANN, F.F.P. & CÔTÉ Jr., W.A. *Principles of wood science and technology - I. Solid Wood*. New York, Springer, 1968. 592 p.
6. SALLENAVE, P. *Propriétés physiques et mécaniques des bois tropicaux de l'Union Française*. França, Centre Technique Forestier Tropical, 1955. 128 p. (Publication, 8)
7. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Centro de Pesquisas Florestais. *Estudo das alternativas técnicas, econômicas e sociais para o setor florestal do Paraná; subprograma tecnologia, relatório final*. Curitiba, Univ. Fed. Paraná, 1979. 335 p.
8. VILELA, J.E. *Propriedades físicas y mecânicas de 137 maderas de Guayana Venezolana*. Mérida, Min. de Agricultura y Cria, Lab. Nac. de Prod. Flor., 1969. 88 p.