

AVALIAÇÃO MECÂNICA DE RAQUETES DE TENIS FABRICADAS COM ESPÉCIES DE MADEIRAS AMAZÔNICAS EM COMPARAÇÃO COM ESPÉCIES IMPORTADAS. (*)

Paulo Silva Pinto (**)

David Rodney Leonel Pennington (**)

Claudete Catanhede do Nascimento (**)

Zulmar Bonates da Cunha Neto (**)

José Murilo Ferraz Suano (**)

RESUMO

Foram estudadas três espécies, duas Nacionais: *Amapá doce* (*Brosimum parinarioides*) e *Tauari* (*Couratari oblongiflora*) e uma importada *Ash* (*Fraxinus* spp.), com a finalidade de substituir a madeira importada.

INTRODUÇÃO

Na indústria de artigos esportivos que tenham nos laminados de madeira sua matéria-prima como, por exemplo, raquetes de tênis de campo e barcos de regatas, a especialização dos equipamentos e mão-de-obra, similar à exigida nas indústrias moveleiras, se torna mais crítica na seleção da espécie madeireira usada na produção. Para os barcos de regatas, as indústrias usam quase que exclusivamente o Cedro (*Cedrella odorata*).

No caso das raquetes de tênis, um tradicional produtor nacional empregava apenas uma espécie, o Jacarandá (*Dalbergia nigra*) para a montagem da estrutura das peças. Uma subsidiária de uma empresa multinacional, recentemente instalada em Manaus, no meio da floresta amazônica, importa todas as lâminas de madeira usadas na fabricação de raquetes de tênis de campo. Estes fatos acontecem devido ao nosso completo desconhecimento de outras espécies que possuam características físico-mecânicas adequadas aos esforços solicitantes a que esses produtos estão sujeitos quando em uso. Atualmente, mesmo que as indústrias de raquetes estejam substituindo as lâminas de madeira por alumínio e compostos de grafite como matéria-prima, elas ainda suprem um grande mercado consumidor com raquetes de madeira.

(*) Projeto Financiado pela Fipeq/Banco do Brasil.

(**) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - CPPF.

MATERIAL E MÉTODO

Espécies Estudadas

Testou-se raquetes feitas com lâminas de madeira de três espécies diferentes, duas nacionais: amapá-doce (*Brosimum parinarioides*) e tauari (*Couratari oblongiflora*) e uma importada: Ash* (*Fraxinus spp.*). Esta última espécie é praticamente a única utilizada atualmente pela indústria para a confecção das lâminas de madeira. Também testou-se raquetes feitas com lâminas de ambas espécies nacionais, em igual proporção.

Preparação das Amostras:

As raquetes são feitas com lâminas de 2,0 mm de espessura, devidamente secas e lixadas para se obter uma boa colagem. As lâminas das espécies nacionais foram obtidas no Centro de Pesquisas de Produtos Florestais. As lâminas importadas foram fornecidas pela própria indústria. As raquetes foram produzidas pela indústria IMPAR, localizada no Distrito Industrial de Manaus, conforme o modelo de raquete "BorgPro", especificado na publicação "Donnay - Informations Techniques", (1983). Essas raquetes foram montadas em uma prensa especial com um gerador de alta frequência para acelerar a cura do adesivo (Uréia-Formol).

Todos os testes foram realizados com raquetes semi-acabadas, isto é, apenas a estrutura da raquete com os reforços usuais de fibra galvanizada sem cordoamento, empunhadoura e demais operações de acabamento.

Todas as raquetes eram absolutamente similares em suas dimensões e geometria. Devido a diferença de peso específico entre as espécies, os pesos das raquetes foram de 293 gr. para Ash, 266 gr. para Tauari 322 gr. e para Amapá-doce e 295 gr. para as raquetes feitas com lâminas das duas espécies nacionais. A variação de peso entre as raquetes de uma mesma espécie ou com as duas espécies misturada foi insignificante.

DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS

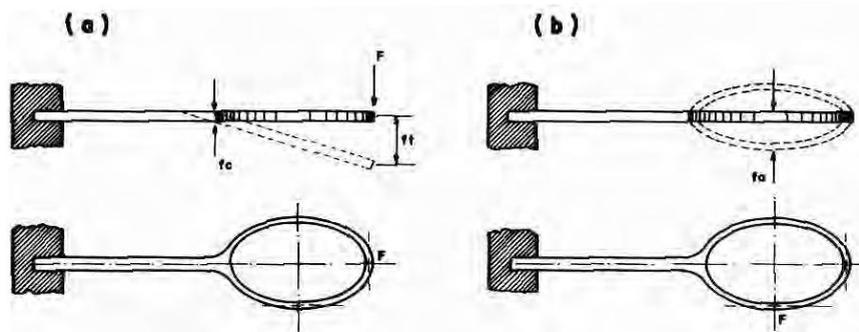
Ensaio Mecânico

Foram dois tipos de ensaios: Flexão estática e torção.

Na flexão estática, as raquetes foram engastadas no punho e carregadas conforme mostra a (Figura 1). As leituras de carga e deflexão, impressas em um plotador de gráficos acoplado ao equipamento de ensaios, eram feitas através de sinais emitidos por uma "célula de carga", fixada no cabeçote de carregamento, e por um deflectômetro, respectivamente. Duas medidas de deflexão, ou flecha, foram tomadas: uma, na cabeça da raquete que se denomina "flecha total" (fT); a outra, na junção do aro com o cabo, área da estrutura conhecida na indústria como "coração" da raquete. Designa-se essa deflexão como "flecha no coração" (fC). Com os valores dados no plotador, foi levantado um gráfico "Carga Vs. Flecha (fT e fC)" para as raquetes representativas das espécies.

Nos ensaios de torção, as raquetes foram engastadas no punho e carregadas na região central do aro como ilustrado (Figura 1). Denomina-se a deflexão nesta região do aro e verifica-se um gráfico "Carga Vs. Flecha (fA)" para todas as raquetes ensaiadas.

Pe los gráficos correspondentes aos ensaios de flexão e de torção, analisa-se a



Ensaio de Flexão (a) e Torção (b) de Raquetes de Tênis

Fig. 1. Ensaio mecânico de raquetes.

rigidez e resistência da raquete tendo como referência os dados técnicos especificados na publicação da indústria, mencionada anteriormente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os gráficos das Figuras (2, 3 e 4) mostram o comportamento mecânico das raquetes para os dois tipos de testes realizados. Não carregou-se as raquetes até a ruptura final. Foi limitado a carregá-las até que os níveis de deflexão atingissem valores pouco acima daqueles especificados na publicação "Donnay - Informations Techniques, 1983".

Nos ensaios de flexão estática, nota-se que as raquetes feitas com lâminas de Ash apresentam uma rigidez praticamente igual a das raquetes feitas com Tauari. Esta igualdade é absoluta quando se analisa o comportamento das raquetes sob o ponto de vista da deflexão no "coração".

De acordo com a publicação técnica da indústria, fabricante deste artigo esportivo, em testes padrões de flexão estática, a flecha total (fT) da raquete modelo "BorgPro" é de 9,0 cm. Nas raquetes de Ash, a esta flexão fT, corresponde uma carga de flexão de 12,5 kg. Sob esta carga, a raquete de Tauari apresentou uma fT 8,4 cm. Isto é, no regime plástico, as raquetes de Tauari suportam cargas maiores do que as de Ash, embora a diferença seja pouca. Só o mesmo teste padrão, é especificado um valor de flecha no "coração" (fC) de 0,8 cm para a raquete modelo. Tanto as raquetes de Ash quanto de Tauari suportaram uma mesma carga, 4,0 kg, correspondente aquele valor de fC especificado para a raquete modelo. Verifica-se assim, que as raquetes de Ash e tauari apresentaram comportamentos praticamente similares durante os testes de flexão estática. Por outro lado, as raquetes de amapá-doce e aquelas feitas com lâminas de amapá misturadas com lâminas de tauari, "raquetes-mistas", apresentaram rigidez e resistência nem maiores do que as raquetes de Ash e Tauari. Notou-se que, para uma carga de 12,5 kg, as raquetes de amapá-doce e as "raquetes-mistas" apresentaram uma flecha total de 6,2 cm e 7,2 cm respectivamente. Para uma carga de 4,0 kg, as raquetes de amapá-doce tiveram uma flecha no "coração" (fC) de 0,43cm, e as "raquetes-mistas" uma fC de 0,59cm. Ou seja, para um mesmo esforço de flexão, as raquetes de amapá-doce e as "raquetes-mistas" apresentaram deflexões nem maiores do que as raquetes das outras duas espécies.

Nos ensaios de torção, de acordo com a publicação da indústria, o modelo "BorgPro" apresenta uma flexão de torção (fA) de 3,8 cm. Para este valor de fA, tanto as raquetes de Ash quanto as "raquetes-mistas" suportam uma carga de 10,2 kg. Sob esta mesma carga, as raquetes de amapá-doce e as de Tauari apresentam uma flecha de torção de 3,5cm e 4,2 cm respectivamente. Assim, observa-se que as "raquetes-mistas" apresentaram rigidez e resistência à torção similares às raquetes de Ash e superiores às raquetes de Tauari. Porém, as raquetes de amapá-doce apresentaram, novamente, o melhor comportamento mecânico entre todas as raquetes ensaiadas.

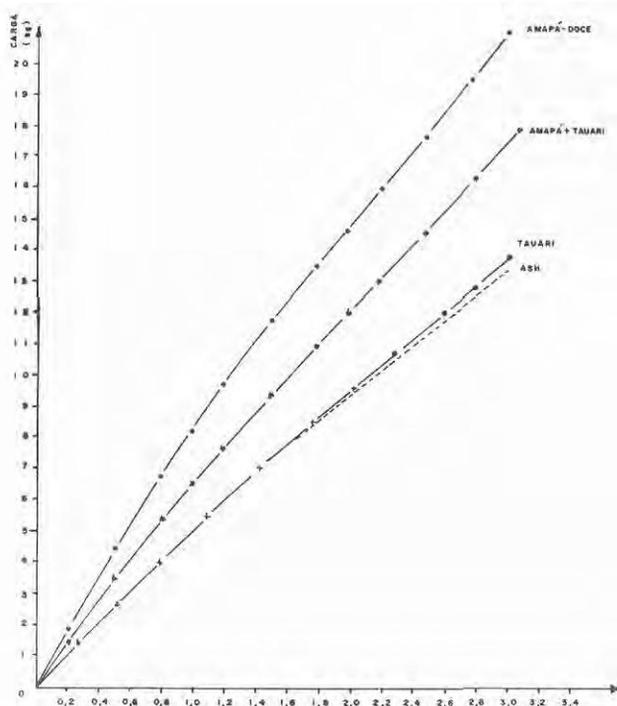


Fig. 2. Diagrama "Carga vs. Flexa" no coração das raquetes.

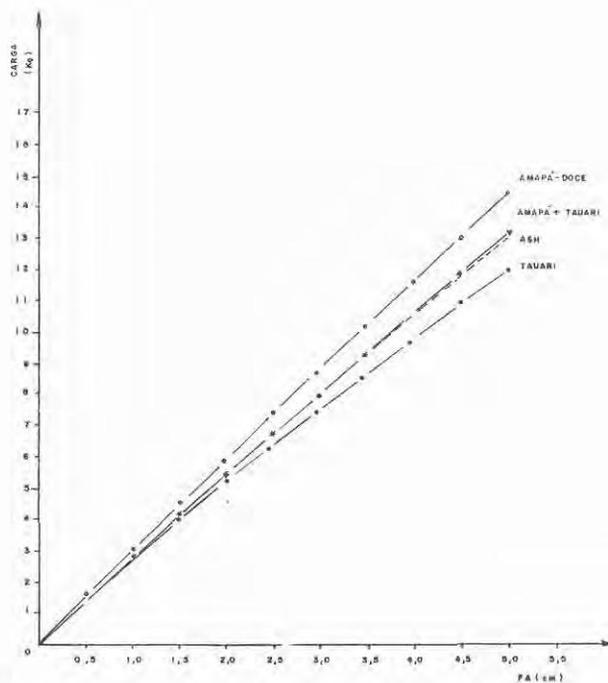


Fig. 3. Diagrama "Carga vs. Flexa de torção" das raquetes.

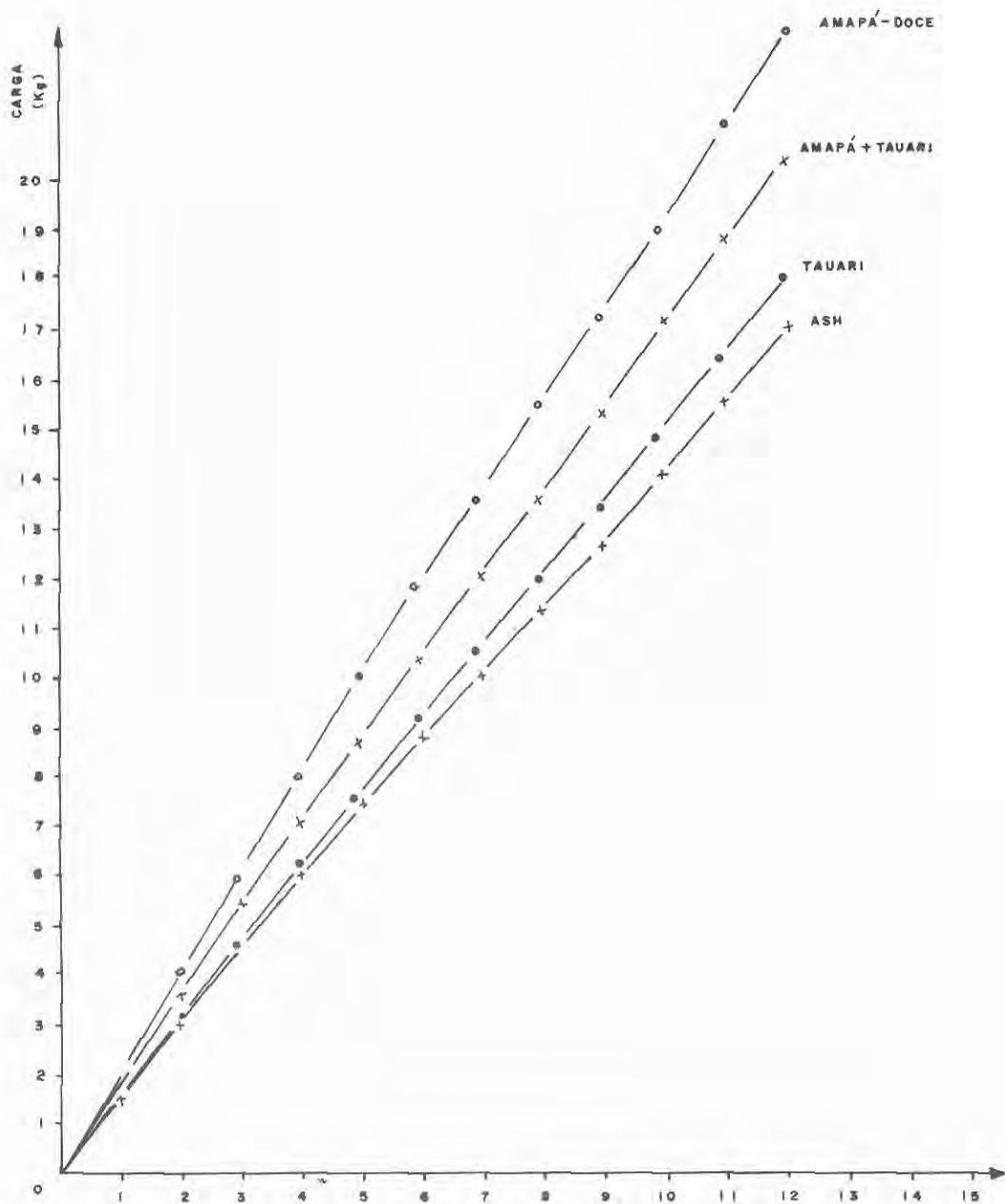


Fig. 4. Diagrama "cargas vs. Flecha Total" das raquetes.

Dos resultados dos ensaios de flexão estática e torção, poder-se-ia concluir que as raquetes de amapã-doce e as "raquetes-mistas" apresentaram comportamento mecânico que as fazem apropriadas à substituição das raquetes feitas com lâminas importadas de madeira de Ash. No entanto, para se chegar a uma conclusão definitiva, é necessário que se faça uma análise mais aprofundada de outros fatores que certamente afetam o comportamento geral das raquetes quando em uso, inclusive o conforto para o usuário. Pode-se citar os seguintes fatores: o peso da raquete, a elevada rigidez das raquetes de amapã-doce e das "raquetes-mistas" em comparação com as raquetes de Ash e as propriedades dinâmicas, tais como a resistência ao impacto, a influência de vibrações sob uma força de impacto e a taxa de amortização dessas vibrações. Sob tais considerações, é possível que mesmo as raquetes de Tauari sejam as mais apropriadas.

Os resultados obtidos dos experimentos serão encaminhados ao fabricante das raquetes que poderão prosseguir nos testes padronizados pela indústria, visando à uma conclusão definitiva.

SUMMARY

Three species of wood were studied, two natives : Amapã doce (*Brosimum parinarioides*), and Tauari (*Couratari oblongiflora*); and one named Ash (*Fraxinus* spp) imported from France in order to obtain a preliminary study of racquet (racket) manufactured with brazilian woods in comparison with Ash (*Fraxinus* spp) through mechanical assays.

Referências bibliográficas

- Branco, A. A. - 1983. Para uma maior compatibilização ... In: Madeira Móveis. São Bento do Sul/FETEP. p. 22.
- Bonsiepe, G. ed. - 1984. Metodologia Experimental: Desenho Industrial. Brasília/CNPq. p. 9.
- Candilis, G. - 1981. Muebles Thonet. Barcelona, Ed. Gustavo Gili.
- Capron, J. H. - 1963. Wood Laminating Mcknight Publishing Co. Bloomington.
- Donnay - 1983. Informations Techniques.
- IBDF - 1983. Madeiras da Amazônia: Características e Utilização. Brasília, CNPq.
- Jesley, J. - 1981. Fine Woodworking: Design book two Newtown, Conn. The Taunton Press.
- Loch, P. - 1972. Utilization of the Southern Pines. v. II, Processing. USDA. Forest Service. Agriculture Handbook (420).
- Hollmann, F. F. P. & Côté Jr., W. A. - 1968. Principles of Wood Science and Technology I Solid Wood. New York, Springer-Verlag.

- Luxford, R. F. & Krone, R. H. - 1946. **Laminated Oak Frames for a 50 - Foot Navy Motor Launch Compared to Steam-Bent Frames.** USDA. Forest Service.
- Meilach, D. Z. - 1981. **Woodworkings, the New Wave.** New York, Crown Publishers.
- Peck, E. C. - 1957. **Bending Solid Wood to Form.** USDA. Forest Service.
- Ratti, C. - 1983. **Tecnologia del Legno Curvato.** Milano, Ribera Editore.
- Stevens, W. C. & Turner, N. - 1970. **Wood Bending Handbook.** England, Ministry of Technology.

(Aceito para publicação em 23.08.1989)