

Paulo Silva Pinto (**)

David Rodney Leonel Pennington (**)

Claudete Catanhede do Nascimento (**)

Zulmar Bonates da Cunha Neto (**)

José Murilo Ferraz Suano (**)

RESUMO

Foi construído um protótipo para exemplificar o uso da madeira maciça curvada na construção de móveis com espécies da Amazônia. O trabalho foi direcionado no sentido de promover a utilização das referidas madeiras com novas possibilidades de desenho e tamanho, partindo das peculiaridades e características dos seus componentes. De um total de vinte e uma espécies estudadas, quatro sobressairam nos resultados, destacando-se a Itaúba na manufatura do protótipo.

INTRODUÇÃO

O processo de curvamento de madeira maciça é conhecido desde o século XIX. Tem-se como referência histórica, mais importante na fabricação de móveis de madeira curvada, o nome de "Thonet", um fabricante alemão que entre 1850 e 1920 utilizou a madeira "Fagus sylvatica L." ("Faia" ou "Beech"), de várias florestas européias na construção dos famosos móveis que levam seu nome. O processo consiste em curvar a madeira com o auxílio de vapor e moldes de aço, racionalizando os métodos de produção. Circulam no mercado centenas de milhões de peças de mobiliário, hoje espalhadas pelo mundo e consideradas raridades por colecionadores (Fig. 1). Esse tipo de móvel é fabricado até nos dias de hoje, e há crescente procura de matéria-prima alternativa para a sua fabricação. Muito embora o desenho de Thonet tradicional seja muito apreciado busca-se também desenvolver formas contemporâneas Branco (1983); Kesley (1981); Mellach (1981).

Dos ensaios realizados no Centro de Pesquisa de Produtos Florestais - CPPF-com madeira maciça, os corpos de provas resultaram em um conjunto de peças curvadas que inspiraram um desenho de uma peça de mobiliário, a "cadeira". (Fig. 2).

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

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

Faz-se necessário enfatizar que a finalidade específica deste trabalho foi a utilização de espécies da Amazônia como prováveis substitutas das tradicionalmente usadas em móveis de madeira maciça curvada.

METODOLOGIA

Instrumentos

Para aquecimento das peças o equipamento empregado para a vaporização das amostras, alvos dos ensaios de curvamento, foi o banho-maria BLUE M modelo 1130A-1. Os ensaios de curvamento realizaram-se em uma mesa.

Espécies Seleccionadas

Foram estudadas peças de madeira Itaúba (*Mezilaurus itauba*) para a manufatura do protótipo apresentado. A madeira desta espécie embora em princípio muito pesada para uso na fabricação de móveis, apresenta elevada resistência e comportamento excelente durante o curvamento e no processo de "fixação da curva".

A resistência elevada da madeira garante também bom comportamento por parte dos componentes da cadeira, principalmente nas áreas críticas onde os furos para fixação dos componentes entre si criam altas concentrações de tensão. Devido a essas características e a sua grande durabilidade, a madeira de Itaúba é muito usada na construção de bancos pelos estaleiros localizados na região Amazônica. Também foram seleccionadas as espécies: Maçaranduba, Cedrorana, Fava-folha-fina.

Métodos Utilizados

Após curvadas até um raio de curvatura pré-estabelecido, as peças foram imobilizadas através do dispositivo mostrado nas Figuras 3, 4 e 5. Depois de tracionado o cabo de aço entre os dois parafusos dos encostos de topo, o dispositivo foi colocado em uma câmara de aclimatização para que a peça recém-curvada esfriasse, secando até um conteúdo de umidade em torno de 12%. A peça após seca, pode ser retirada do dispositivo sem que ocorra praticamente alteração do valor do raio de curvatura da mesma. Um meio prático de saber o momento adequado para se retirar a peça do dispositivo é verificar a tensão de tração do cabo de aço. Como a peça contraí durante a secagem, o cabo de aço se afrouxa lentamente. Quando o cabo estiver frouxo o suficiente, a peça pode ser retirada.

Depois de estabilizadas em seus formatos curvos, as peças foram iniciadas em suas dimensões finais. Naquelas peças com raio de curvatura acentuados, qualquer "enrugamento superficial" foi removido através de lixamento.

DISCUSSÃO E RESULTADOS

Das vinte e uma espécies estudadas para a manufatura do protótipo, no qual a Itaúba foi utilizada, Tab. 1, outras três espécies destacaram-se. A madeira Maçaranduba, embora apresentasse raios de curvatura compatíveis com as exigências do desenho do protótipo

não foi utilizada, pois além de ser extremamente pesada, durante o curvamento tende a apresentar rachaduras longitudinais, e às vezes rachaduras durante o processo de "fixação da curvatura". Estas rachaduras inutilizam a peça tanto sob o aspecto de apresentação quanto da resistência mecânica.

Além da Itaúba, pode ser sugerido utilizar também Cedrorama ou Fava-folha-fina, pois tais espécies apresentaram bom desempenho durante os ensaios de curvamento. No caso da Cedrorana seria necessário uma pré-seleção rigorosa de componentes antes de ser feito o curvamento. As peças desta madeira, com grã bastante cruzada e/ou baixo peso específico, não são apropriadas ao curvamento.

A madeira de Fava-folha-fina, embora relativamente pesada seria um ótimo substituto para a Itaúba, pois além de curvar bem e ter elevada resistência mecânica, apresenta grande estabilidade durante o processo de "fixação da curva". Não foram usadas estas últimas espécies citadas; pois, o material disponível foi insuficiente para a construção dos protótipos.

Para o mobiliário "cadeira" Figura 2, inicialmente foi escolhido subjetivamente uma dessas peças, para qual foi adotado o raio de curvatura desenhado os componentes na escala 1:3 e construídos dois modelos em escala, apresentando duas possíveis soluções uma "articulada" e outra "fixa" (Figs. 6 e 7).

A solução articulada foi abandonada por dois motivos: dificuldades em produzir o mesmo raio de curvatura com suficiente precisão em corpos de prova adicionais e pela complexidade da solução mecânica, já que as peças curvadas não podem tolerar recortes sem perda de resistência. A solução "fixa", por seu lado, em face da utilização de peças com raios de curvatura variadas, fica bem mais simples sua montagem (Fig. 2).

A Fig. 8, mostra o protótipo, constituído de sete componentes diferentes. Devido à esbelteza do conjunto, foi adotada a solução de fixação com o uso de dois eixos rosqueados com porcas e arruelas.

A concepção é de tal maneira a tomar partido da flexibilidade dos componentes de madeira curvada. O curvamento das peças que compõe as pernas do móvel apresentou problemas basicamente com peças muito grandes para a escala do trabalho (1,35cm) combinadas com raios de curvatura relativamente pequenos. Seu curvamento requereu alterações substanciais no dispositivo (Fig.5) de curvamento, além de dificuldades quanto à matéria-prima. Tendo em vista o aprendizado com madeira laminada, foi utilizada esta técnica para solucionar a construção das pernas do móvel. No entanto, para chegar a resultados satisfatórios, foram necessárias três tentativas, pois provavelmente em função das características da Itaúba, a madeira usada, a colagem com cola de uréia-formol revelou-se ineficaz. O resultado satisfatório exigiu cola de fenol-resorcionol. As pernas da cadeira foram fixadas com duas travessas espigadas e coladas. A Fig. 2 mostra o protótipo finalizado que apresentou peso final de 4,0 kg, e resistência e rigidez adequadas às finalidades propostas.

A Fig. 2, mostra o conjunto de componentes e método de montagem. Após concluída a montagem, o conjunto foi mais uma vez lixado, submetido a uma camada de selador nitrocelulose para madeira, lixado novamente e mais uma vez nova camada de selador. Após

Protótipo de um móvel ...

o lixamento final com lixa 400 foi aplicado uma camada de cera incolor. Não foram feitos ensaios de resistência e durabilidade, por falta de condições nos laboratórios.

A figura 9, mostra os dois tipos de rupturas que ocorrem durante o curvamento das peças: por tração e por compressão. A ruptura por compressão, na parte côncava da peça curvada, é perceptível desde o início de propagação. Neste ponto o curvamento é interrompido e dependendo da grandeza da ruptura superficial por compressão, "enrugamento superficial", não chega a prejudicar a resistência mecânica das peças.

Tabela 1.

| | |
|-----------------|--------------------------------------|
| Amapá doce | <i>Brosimum parinarioides</i> Ducke |
| Angelim pedra | <i>Hymenolobium patraeum</i> |
| Assacu | <i>Hura creptans</i> |
| Cardeiro | <i>Scleronema micranthum</i> |
| Cedrorana | <i>Cedrelinga catenaeformis</i> |
| Cumarurana | <i>Dipteryx alata</i> |
| Envira preta | <i>Onychopetalum amazonium</i> Freis |
| Fava-folha-fina | <i>Piptadenia suaveolens</i> |
| Freijó | <i>Cordia goeldiana</i> Huber |
| Itaúba amarela | <i>Mezilaurus itauba</i> |
| Louro aritu | <i>Licaria aritu</i> |
| Louro gamela | <i>Nectandra rubra</i> |
| Maçaranduba | <i>Manilkara huberi</i> |
| Mogno | <i>Swietenia macrophylla</i> |
| Morototô | <i>Schefflera morototoni</i> |
| Muiracatiara | <i>Astronomium lecointei</i> Ducke |
| Mandioqueira | <i>Qualea</i> sp. |
| Tanimbuca | <i>Buchenavia oxycarpa</i> |
| Tauari | <i>Couratari oblongifolia</i> |
| Tauari | <i>Couratari stellata</i> |
| Tauari | <i>Cariniana integrifolia</i> |

Thonet 1858

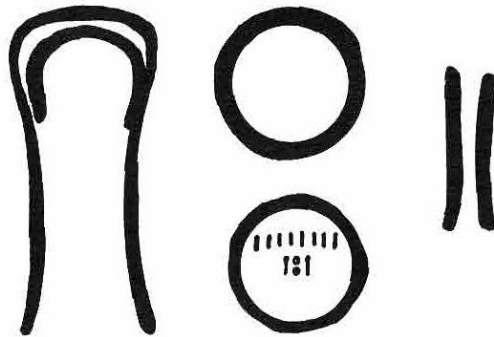
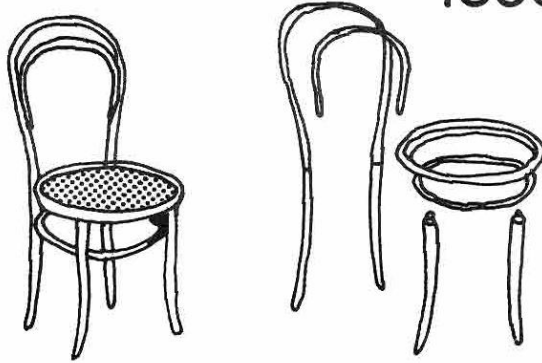


Fig. 1 - A cadeira Thonet nº 14, da qual foram vendidas mais de 50.000.000 de unidades. 36 cadeiras desmontadas ocupavam uma caixa com $0,75 \text{ m}^3$



Fig. 2. Protótipo de móvel de madeira maciça curvaada.

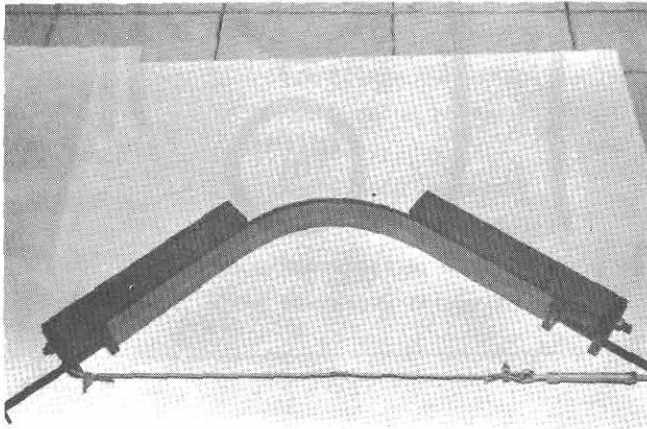


Fig. 3. Molde para a construção das pernas do protótipo da Fig.

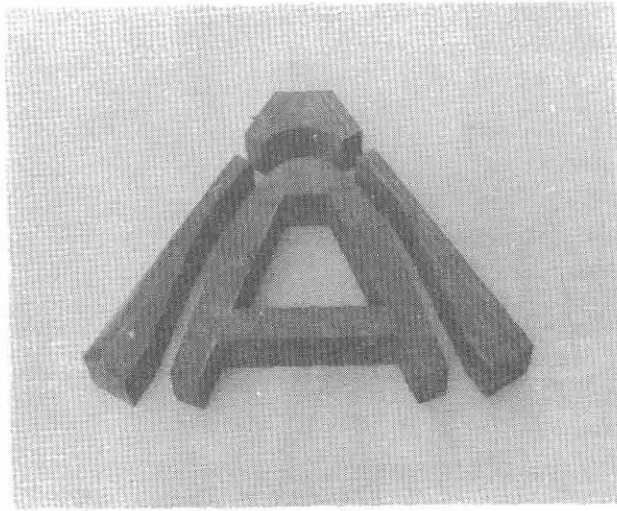


Fig. 4. Dispositivo para fixação da curvatura da peça.

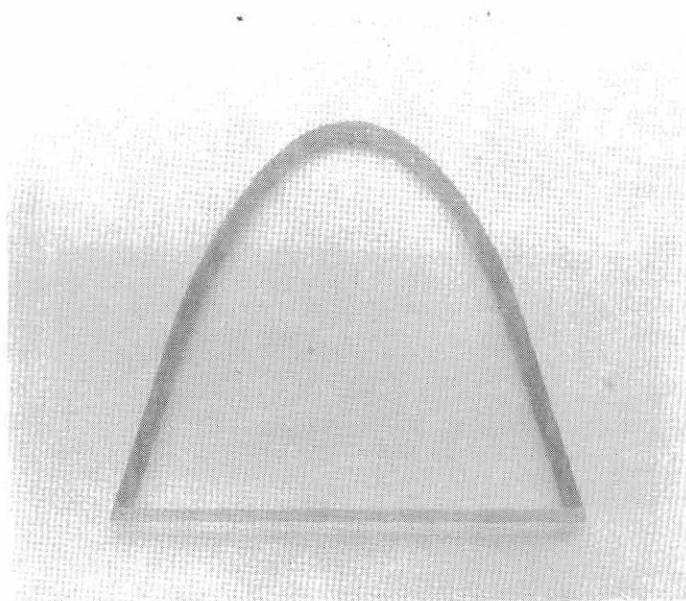


Fig. 5. Gabarito das pernas do móvel, desenhada intuitivamente e recortada em madeira compensada.

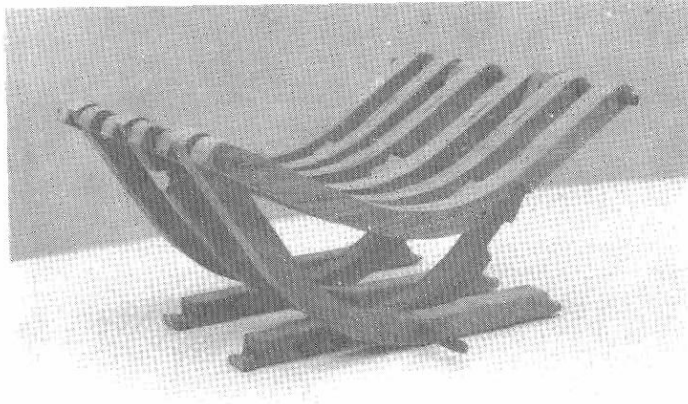
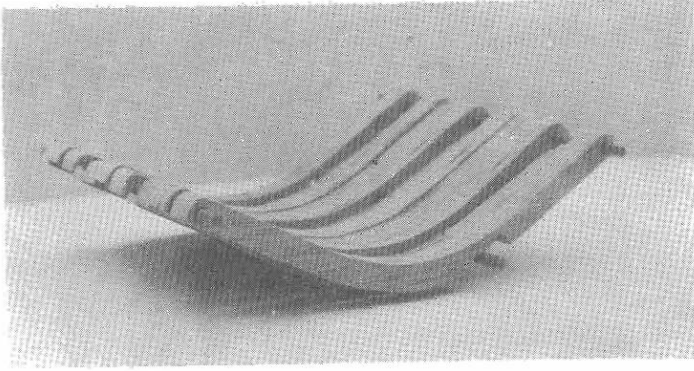


Fig. 6 (A e B). Modelo em escala 1:3 "articulado". (A) Fechado, (B) Aberto.

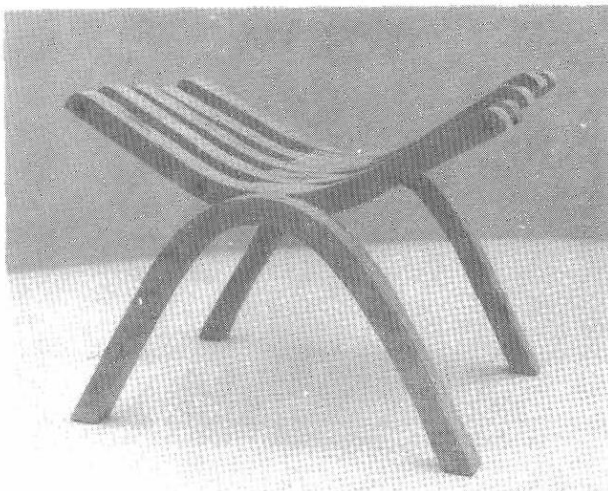


Fig. 7. Modelo em escala 1:3 "fixo".

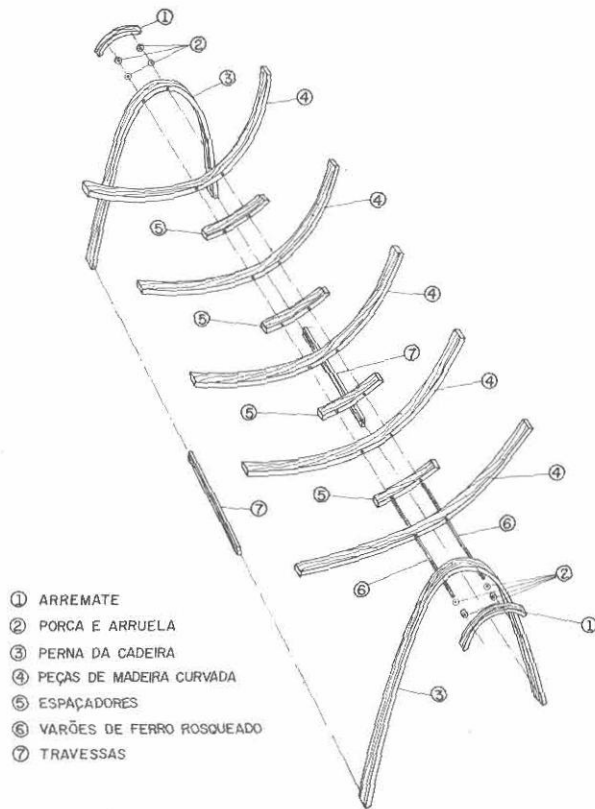


Fig. 8 - Protótipo do móvel de madeira maciça curvada.

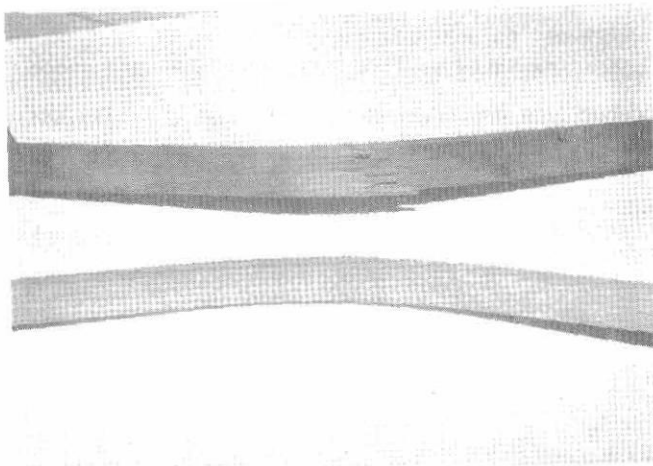


Fig. 9 - Rupturas provocadas pelo curvamento.

Protótipo de um móvel ...

SUMMARY

A furniture design prototype was assembled by massive bending wood from Amazonian species. The work was directed in the sense of promoting the utilization of native woods as alternative manufacture accessibility to the consumers (or in the mill work (process)). Furthermore, new possibilities of decorative design, prototype size, by virtue the wood characteristics was concerned. For that, twenty one hardwood species were studied, four of them showed the best results in which Itauba was used in the prototype construction.

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, Gustavo Gili (ed.).
- Capron, J. H. - 1963. **Wood Laminating** Mcknight Publishing Co. Bloomington.
- Donnay - 1983. **Informations Techniques**.
- IBDF - 1983. **Madeiras da Amazônia: Características e Utilização**. Brasília, CNPq.
- Kesley, J. - 1981. **Fine Woodworking: Design book two** Newtown, Conn. The Taunton Press.
- Koch, P. - 1972. Utilization of the Southern Pines. v. II. Processing. USDA. Forest Service. **Agriculture Handbook** (420).
- Kollmann, F. F. P. & Côtê, 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 Techno

(Aceito para publicação em 22.08.1989)