

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 - DPPP.

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 immobilizadas 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>
Morototó	<i>Schefflera morototoni</i>
Muiracatiara	<i>Astronomium lecointeii</i> Ducke
Mandioqueira	<i>Qualea</i> sp.
Tanibuca	<i>Buchenavia oxycarpa</i>
Tauarí	<i>Couratari oblongifolia</i>
Tauarí	<i>Couratari stellata</i>
Tauarí	<i>Cariniana integrifolia</i>

# Thonet 1858

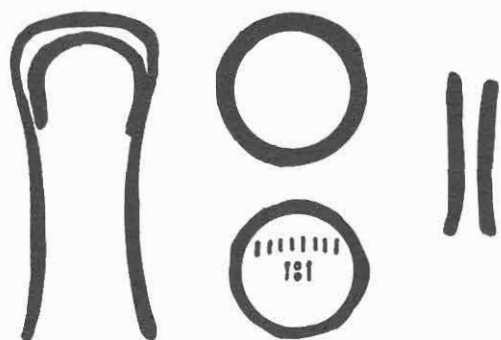
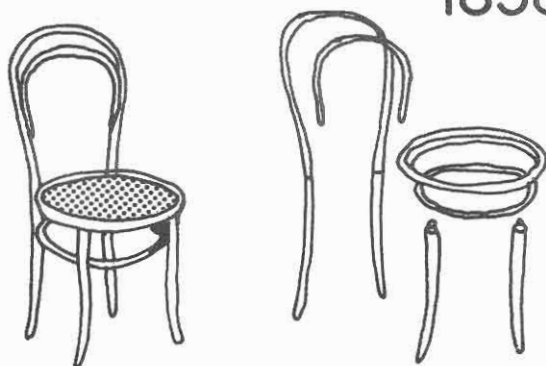


Fig. 1 - A cadeira Thonet nº 14, da qual foram vendidas mais de 50.000.000 de unidades. 36 cadeiras desmontadas ocupavam uma caixa com  $0,75 \text{ m}^3$



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

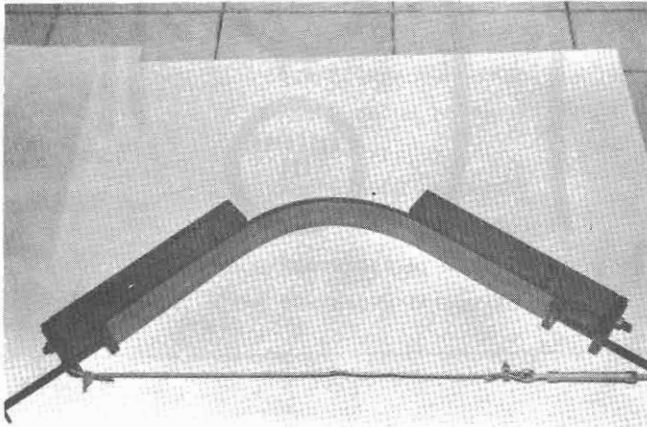


Fig. 3. Molde para a construção das pernas do protótipo da Fig.

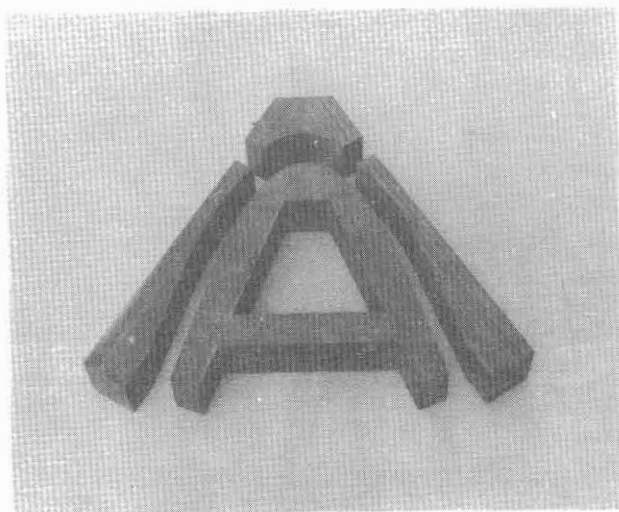


Fig. 4. Dispositivo para fixação da curvatura da peça.

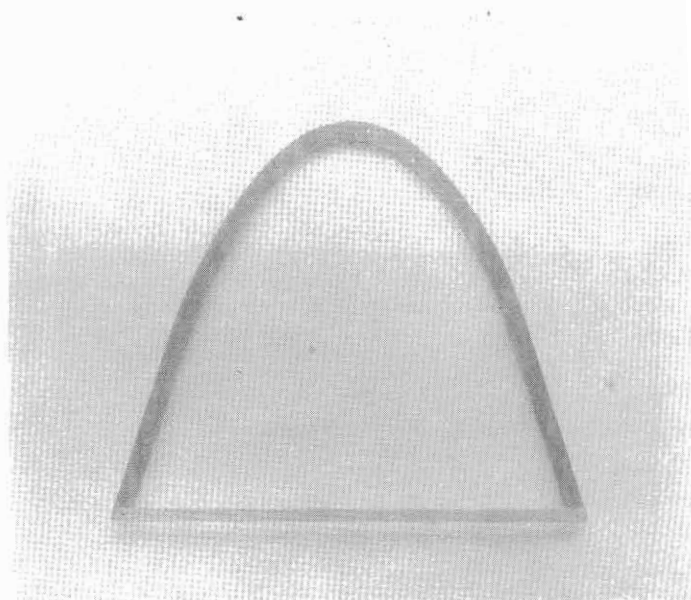


Fig. 5. Gabarito das pernas do móvel, desenhada intuitivamente e recortada em madeira compensada.

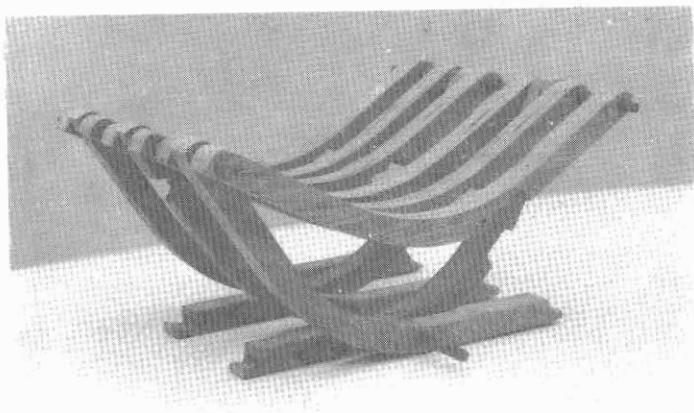
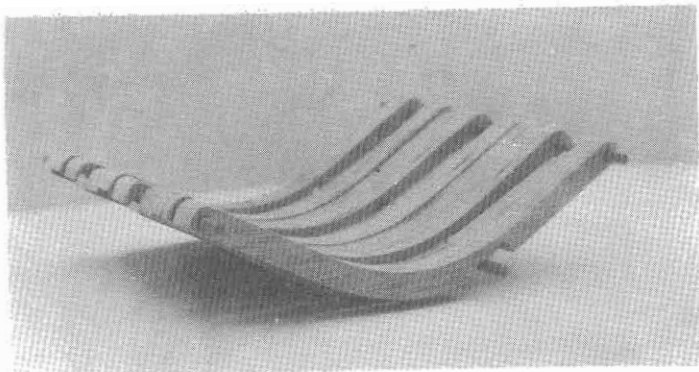


Fig. 6 (A e B). Modelo em escala 1:3 "articulado". (A) Fechado, (B) Aberto.

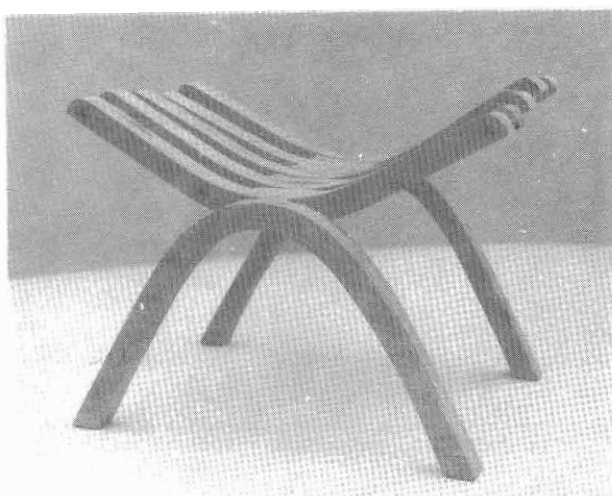


Fig. 7. Modelo em escala 1:3 "fixo".



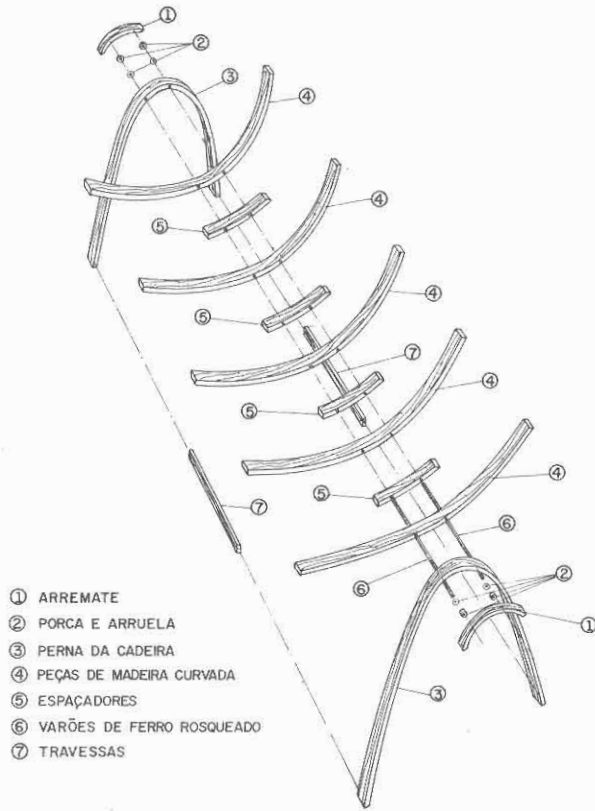


Fig. 8 - Protótipo do móvel de madeira maciça curvada.

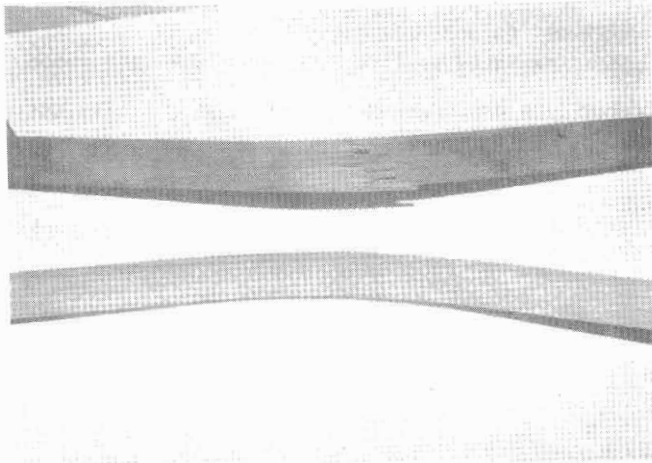


Fig. 9 - Rupturas provocadas pelo curvamento.

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)

Dimas Agostinho da Silva (\*\*)

José Otávio Brito (\*\*\*)

## RESUMO

Produziu-se carvão com madeiras provenientes da área de inundação da Hidrelétrica de Balbina no Amazonas. As madeiras possuíam teor de umidade situado entre 25 a 35%, diâmetro inferior a 0,18 m, bitolas de 2,00 m de comprimento e densidade básica inferior a 0,75 ton/m<sup>3</sup>. Fizeram-se vinte e três carbonizações utilizando forno de alvenaria. No carvão vegetal determinou-se a friabilidade, a densidade aparente, a densidade verdadeira, a porosidade, o poder calorífico e os teores de umidade, matérias voláteis, cinzas e carbono fixo. No geral obteve-se um carvão de boas qualidades e sem nenhum parâmetro que pudesse comprometer a aplicação do produto em usos convencionais.

## INTRODUÇÃO

Tendo em vista o projeto de instalação da Hidrelétrica de Balbina, visando fornecer energia elétrica para a cidade de Manaus, foi realizado um estudo de aproveitamento da flora existente na área de formação do reservatório, através de convênio entre INPA e ELETRONORTE.

A Hidrelétrica situa-se no rio Uatumã, distante 188 km de Manaus.

A floresta presente na área de inundação do reservatório caracteriza-se por uma formação vegetal, própria de região de clima quente e úmido e com elevada precipitação pluviométrica.

A idéia do aproveitamento da floresta então existente vai de encontro com o que se denomina de "selvage logging", ou seja, o desmatamento de floresta visando atender as necessidades para a implantação de projetos agropecuários, eixos rodoviários, projetos de colonização e de hidrelétricas. São desmatamentos quase que imprescindíveis em alguns casos, e o aproveitamento da madeira resultante é algo imediatamente lógico.

Na situação atual da Amazônia, quase todas as madeiras provenientes de áreas desmatadas para projetos desse tipo são simplesmente queimadas. A consequência desta prática, que é indesejável, do ponto de vista econômico e ecológico, já está sendo sentida.

---

(\*) Trabalho financiado em parte pela ELETRONORTE.

(\*\*) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus - AM.

(\*\*\*) ESALQ/USP, Piracicaba - SP.

É por esta razão que em todas as fases de definição e planejamento dos vários projetos regionais, o setor florestal deve estar envolvido obrigatoriamente, a fim de evitar a continuação do desperdício de recursos valiosos e disponíveis (Reis, 1978). O uso desses recursos florestais para abastecer indústrias madeireiras, para produzir energia alternativa, para produção de carvão vegetal assim como outros produtos, deve ser considerado.

Das formas de aproveitamento do material lenhoso, o carvoejamento merece destaque especial pelo fato do nosso País ser o maior produtor e consumidor mundial do produto.

Diante desse quadro foi proposto a realização do presente estudo que teve por objetivo a qualificação do carvão vegetal oriundo da área do reservatório de Balbina. Foi uma contribuição técnica auxiliar para a fórmula evidente de aproveitamento madeireiro da área do lago formado na construção de tal Hidrelétrica.

## MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se madeiras provenientes da área de inundação da Hidrelétrica de Balbina (ELETRONORTE). O teor de umidade das peças situava-se entre 25,0 e 35,0% e a bitola das mesmas era de 2,00 m de comprimento e diâmetro inferior a 0,18 m. Foram usadas somente as madeiras que possuíam densidade básica inferior a 0,75 ton/m<sup>3</sup>.

Para as carbonizações foram usados 5 fornos de alvenaria "tipo Colmeia", com 3,20m de diâmetro e uma chaminé lateral com tiragem central de gases. As carbonizações, num total de 23, foram conduzidas segundo padrão normalmente usado e amplamente difundido para os fornos desse tipo.

Para cada carbonização foi retirada uma amostra composta por diversos incrementos obtidos do total do carvão produzido. O resultado foi a obtenção de um lote de 23 amostras de carvão vegetal, cada qual correspondendo a um volume de 10 litros.

Em cada amostra de carvão foram realizados os seguintes ensaios:

- **friabilidade**: através do teste de tamboramento, segundo o método citado por Oliveira et al. (1982);

- **densidade aparente**: segundo o método proposto por Oliveira et al. (1982);

- **densidade verdadeira**: obtida utilizando-se o método do picnômetro;

- **porosidade**: estimada a partir da densidade aparente e da densidade verdadeira. A fórmula empregada foi

$$\text{Porosidade (\%)} = \left(1 - \frac{\text{densidade aparente}}{\text{densidade verdadeira}}\right) \times 100$$

- **composição química**: através da análise imediata foram obtidos os teores de umidade, de matérias voláteis, de carbono fixo e de cinzas segundo a norma NBR 8112 da As-

sociação Brasileira de Normas Técnicas;

- **poder calorífico superior**: foi determinado pelo método da bomba calorimétrica segundo a norma NBR 8633 da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

## RESULTADOS

O Quadro I apresenta os resultados individuais e médias dos ensaios sobre o carvão de cada carbonização.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A análise dos resultados de cada parâmetro estudado indica:

a) **Friabilidade** - a quantidade média de finos gerados menor que 13 mm através do Teste de Tamboramento foi de 14,60%. Silva (1988) analisando a mesma característica do carvão vegetal de misturas de madeiras amazônicas obteve a média de 15,57% de finos gerados. Os valores demonstram a relativa pouca geração de finos para o carvão vegetal oriundo de madeiras amazônicas;

b) **Densidade** - não havendo prejuízo para outras propriedades, a densidade do carvão vegetal deve ser sempre elevada. Assim sendo, denota-se que o carvão vegetal de Balbina é superior em relação por exemplo ao carvão de **Eucalyptus**, que citado por Oliveira et al. (1982) apresentam valores de 0,38 g/cm<sup>3</sup> e 1,34 g/cm<sup>3</sup> para as densidades aparente e verdadeira, respectivamente;

É conhecido que a densidade do carvão é influenciada pela densidade da madeira que lhe deu origem. Como utilizou-se madeira com densidade relativamente alta, obteve-se um carvão de densidade também elevada;

c) **Porosidade** - a medida que aumenta a densidade do carvão vegetal, obviamente diminui sua porosidade. Para madeiras mais leves a tendência é produzir carvão mais poroso. Consequentemente, no presente trabalho, a porosidade comportou-se de maneira inversa em relação a densidade. Obteve-se um menor percentual de poros em se comparando com carvão vegetal normalmente obtido à partir da madeira de **Eucalyptus** que em geral se situa acima de 75%. O material lenhoso carbonizado em Balbina forneceu um carvão vegetal com porosidade média de 69,55%;

d) **Análise Imediata** - através da análise imediata determinou-se a umidade, matérias voláteis, cinzas e carbono fixo;

O carvão é relativamente higroscópico e sua umidade vai depender quase exclusivamente da umidade do ambiente no qual ele está exposto. Como o carvão de Balbina, ao ser desenfornado foi colocado em saco plástico para não absorver a umidade do ar, o seu teor de umidade foi inferior em relação a carvão mantido estocado em ambiente natural. O teor

de umidade foi de 5,55%.

A matéria volátil residual do carvão vegetal é composta, basicamente, de hidrocarbonetos, monóxidos e dióxido de carbono e hidrogênio. No carvão analisado, o teor de matérias voláteis médio foi de 17,11%.

Após a combustão completa do carvão, o resíduo oxidado obtido é reportado como teor de cinzas que é formado de óxidos minerais. Via de regra, o percentual de cinzas no carvão é baixo.

O carbono é o elemento que se encontra em maior percentual no carvão vegetal. Uma fração sai com o material volátil e outra é responsável pela formação da massa amorfa, permanecendo relativamente estável quando sob aquecimento. O teor de carbono fixo é um dos parâmetros de maior interesse ao caracterizar-se um carvão vegetal, haja vista que em geral quanto maior seu teor, melhor o produto. O carbono fixo médio do carvão oriundo de Balbina foi 80,92%.

Brito *et al.* (1982), trabalhando com carvão vegetal obtido de nove espécies de *Eucalyptus* de 10 anos de idade, encontraram 26,7%, 0,65% e 72,9%, respectivamente para matérias voláteis, cinzas e carbono fixo. Contrapondo este resultado em relação ao carvão produzido em Balbina, verifica-se que este foi superior nos teores carbono fixo e cinzas e inferior no teor de matérias voláteis;

e) **Poder Calorífico** - as 23 amostras de carvão vegetal analisadas apresentaram um poder calorífico superior médio de 7.139 Kcal/kg. Doat e Petroff (1975) encontraram em carvão vegetal obtido de madeiras tropicais um poder calorífico situado entre 7000 e 7500 Kcal/kg. O poder calorífico do carvão estudado presentemente situou-se nesta faixa.

Desta forma denota-se que o carvão vegetal obtido com madeiras amazônicas em Balbina é de boa qualidade, destacando-se por ser um produto que apresenta as seguintes características:

- não é muito friável, ou seja, resulta em pouca geração de finos;
- tem boa densidade, tanto aparente como verdadeira;
- tem porosidade não elevada;
- na composição química, destaca-se o elevado teor de carbono fixo;
- tem poder calorífico superior, relativamente bom.

## SUMMARY

*Twenty three wood samples from the forest of the area of installation of the Hydroelectric of Balbina, Amazonas were carbonized in brick Kilns. The density of the wood samples was 0,75 ton/m<sup>3</sup> and humidity was ranging between 25 and 35%. The analysis of the charcoal included friability, density, porosity, heat value, humidity, volatiles, ash and fixed carbon. It was concluded to be possible to obtain a charcoal of good qualities from the wood of the Hydroelectric.*

**Quadro I.** Resultado dos ensaios de friabilidade, densidade aparente, densidade verdadeira, porosidade, densidade verdadeira, porosidade, análise imediata (umidade, matérias voláteis, carbono fixo e cinzas) e poder calorífico do carvão.

Amostras	Friabilidade (% de Finos Gerados 13 mm)	Densidade Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Densidade verdadeira (g/cm <sup>3</sup> )	Porosidade (%)	Umidade (%)	Matérias voláteis (%)	Carbono Fixo (%)	Cinzas (%)	Poder Calorífico Superior (Kcal/kg)
01	12,05	0,34	1,41	78,89	4,74	18,02	80,22	1,76	6725
02	8,11	0,44	1,42	69,01	4,56	26,80	69,57	3,63	7038
03	19,86	0,35	1,24	71,77	4,38	21,13	77,03	1,84	6636
04	10,16	0,47	1,45	67,59	3,84	25,70	72,76	1,54	6541
05	12,13	0,36	1,16	68,97	4,83	20,34	76,94	2,72	6472
06	15,18	0,35	1,45	75,89	4,57	14,05	84,15	1,80	6973
07	16,09	0,39	1,45	73,10	4,06	21,71	75,96	2,33	7189
08	22,99	0,41	1,51	72,85	6,57	11,63	86,00	2,37	7424
09	15,22	0,43	1,51	71,52	5,40	17,66	79,80	2,54	7032
10	15,30	0,29	1,41	79,43	5,04	16,81	81,56	1,63	8042
11	12,80	0,42	1,49	71,81	6,34	13,82	84,54	1,64	7409
12	11,71	0,44	1,57	71,97	-	13,67	84,60	1,73	7121
13	17,87	0,58	1,52	61,84	6,78	9,98	87,60	2,42	7442
14	11,09	0,49	1,48	66,89	5,72	16,99	82,16	0,85	6997
15	19,10	0,39	1,55	74,84	8,47	11,71	87,07	1,22	7032
16	14,14	0,42	1,50	72,00	6,59	13,61	84,71	1,68	7279
17	15,84	0,54	1,45	62,76	4,53	20,98	76,65	2,37	7327
18	26,39	0,58	1,53	62,09	7,50	11,65	86,55	1,80	7189
19	16,08	0,51	1,53	66,67	6,22	11,29	86,57	2,14	7075
20	12,26	0,48	1,46	67,12	6,92	11,20	87,11	1,69	7309
21	10,42	0,47	1,42	66,90	5,20	18,12	79,86	2,02	7615
22	10,02	0,48	1,41	65,96	4,63	21,03	76,75	2,22	7413
23	10,90	0,52	1,40	62,86	5,25	25,54	72,90	1,56	6912
<b>Média</b>	14,60	0,44	1,45	69,55	5,55	17,11	80,92	1,89	7.139
<b>Desvio Padrão</b>	4,43	0,08	0,09	4,80	1,21	5,09	5,30	0,57	3,38

## Referências bibliográficas

- Brito, J. O.; Barrichelo, L. E. G.; Migliorini, A. J.; Seixas, F.; Moramoto, M.C. - 1982. Análise da produção energética e de carvão vegetal de nove espécies de Eucalipto. **Silvicultura**, 8 (28):742-744.
- Doat, J. & Petroff, G. - 1975. La carbonization des bois tropicaux. **Revue et Forêts des Tropiques**, Nogent-sur-Marne, 159:55-72.
- Oliveira, J. B.; Gomes, P. A.; Almeida, M. R. - 1982. Estudos preliminares de normalização de testes de controle de qualidade do carvão vegetal IN:Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC Destilação, carvoejamento, propriedades e controle de qualidade. Belo Horizonte. p. 7-38 (Série de Publicações Técnicas).
- Reis, M. S. - 1978. Uma definição técnico-política para aproveitamento racional dos recursos florestais da Amazônia Brasileira. IN:Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Manaus.
- Silva, D. A. - 1988. Qualidade do carvão vegetal produzido com madeiras da região de Manaus em fornos de alvenaria. **Acta Amazonica**, Manaus, 18(1-2):163-178.

(Aceito para publicação em 06.09.1989)