

**UTILIZAÇÃO DE MADEIRAS DE ESSÊNCIAS FLORESTAIS
NATIVAS NA OBTENÇÃO DE CELULOSE: BRACATINGA (*Mimosa
bracatinga*), EMBAÚBA (*Cecropia* SP), CAIXETA (*Tabebuia cassinoides*)
E BOLEIRA (*Joannesia princeps*)**

Luiz Ernesto George Barrichelo*
Celso Edmundo Bochetti Foelkel*

SUMMARY

Fast-growing native forest trees are of great interest on wood converting industries. Four of these wood species have been pulped by the sulphate process: "bracatinga" (*Mimosa bracatinga*), "embaúba" (*Cecropia* sp), "caixeta" (*Tabebuia cassinoides*) and "boleira" (*Joannesia princeps*). Pulp qualities were inferior to those obtained from *Eucalyptus saligna* pulpwood, however the pulps are good enough for printing and writing paper manufacture.

1. INTRODUÇÃO

A produção de celulose para papel assenta-se em nosso meio, na utilização da madeira de umas poucas espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Usualmente, a prática de oligocultura, em qualquer atividade agrícola e por extensão florestal, não é muito recomendada. O ideal seria possuir à disposição, algumas outras espécies de madeiras, o que permitiria maiores possibilidades de misturas de fibras diferentes para variar a amplitude de produtos finais. Mais interessante ainda seria encontrar essências de florestas nativas que em virtude de seu rápido desenvolvimento e a boa qualidade de celulose pudessem suplementar o fornecimento de madeira que é obtido a partir das espécies exóticas.

O presente trabalho teve como objetivo o estudo das características da madeira e das propriedades das celuloses sulfato obtidas de madeiras de algumas essências florestais nativas, a saber: bracatinga (*Mimosa bracatinga*), embaúba (*Cecropia* sp), caixeta (*Tabebuia cassinoides*) e boleira (*Joannesia princeps*). Os resultados foram comparados com os obtidos para o *Eucalyptus saligna*, uma das espécies de uso mais generalizado na produção industrial de celulose.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Por se tratarem de essências nativas ainda pouco exploradas comercialmente para produção de celulose, foram em pequeno número as citações encontradas na literatura.

2.1. Bracatinga (*Mimosa bracatinga*)

* Departamento de Silvicultura ESALQ-USP

As condições climáticas reinantes em grande parte da área de ocorrência natural da bracatinga (**Mimosa bracatinga** Hoehne) , caracterizadas por grandes variações de temperatura, no decorrer do ano, tornam pouco promissoras as possibilidades de plantio econômico de muitas folhosas de rápido desenvolvimento e de características favoráveis à intensiva industrialização.

As excepcionais qualidades da bracatinga de regenerar rápida e densamente após a exploração dos povoamentos naturais, principalmente após a passagem de fogo pelo terreno, sugerem a possibilidade de sua utilização como espécie econômica para a produção de celulose de fibra curta de real utilidade para a indústria papelreira do sul do país.

Relativamente à produção de celulose sulfato desta madeira, BARRICHELO 1968, observou razoáveis resistências à tração e arrebentamento porém baixa resistência ao rasgo para as mesmas. ASSIS **et alii** 1968, verificaram que as celulosas de bracatinga obtidas pelos processos sulfito e sulfato eram inferiores às de eucalipto. Sugerem entretanto o uso destas celulosas em misturas com outras de melhor qualidade, para fabricação de papéis e cartolinas onde não se exige alta resistência física.

2.2. Embaúba (*Cecropia* sp)

Embaúba é o nome genérico dado a plantas da família das Moráceas e gênero **Cecropia**, sendo conhecidas atualmente cerca de 50 espécies. As árvores são eretas, sem ramificações, podendo atingir até 15 m de altura. A madeira é muito leve e esbranquiçada. Segundo LOUREIRO & SILVA 1968, seus usos mais comuns são: caixas, celulose, palitos de fósforo e quando queimada, o carvão é recomendado como excelente para a fabricação de pólvora.

OVERBECK 1968, em trabalho sobre a obtenção de pastas celulósicas de madeiras da Amazônia, observou que a madeira de embaúba fornecia celulose de boa resistência e fácil branqueabilidade.

2.3. Caixeta (*Tabebuia cassinoides*)

Tabebuia cassinoides é uma espécie florestal cuja madeira, devido às suas características, é bastante utilizada na fabricação de lápis. Os resíduos desta industrialização são elevados e atenção tem sido dada à sua provável utilização para a produção de celulose. Atualmente, a utilização de resíduos agrícolas e florestais têm merecido considerável atenção por parte de pesquisadores e fabricantes de celulose. A contínua redução na disponibilidade de madeira com o conseqüente encarecimento das mesmas contribuíram decisivamente para isso. Uma vez que as quantidades do resíduo sejam suficientes para novas indústrias se desenvolverem, ou para entrarem como suplementação da matéria-prima original de indústrias existentes, pode-se pensar em usá-lo para tal fim.

Resíduos florestais, tanto na forma de árvores inteiras ou partes das mesmas, como na forma de cavacos, lascas, costaneiras, serragem, pó, etc." são aceitos por muitas fábricas de celulose. As possibilidades de utilização de resíduos florestais estão freqüentemente limitadas pelas dificuldades no manuseio e classificação dos mesmos, ou pela sua inadequabilidade às necessidades do consumidor ou de seu processo de manufatura. Os tipos de produtos em que resíduos florestais têm sido utilizados até o momento são: celulosas químicas e semi-químicas, pasta mecânica, chapas, aglomerados, etc. Embora os

resíduos freqüentemente produzam celuloses químicas inferiores às obtidas da madeira original, eles podem-se constituir em importante fonte de fibras para a indústria papel eira.

A bibliografia sobre produção de celulose a partir de madeira de **Tabebuia cassinoides** deve ser bastante escassa tanto assim que nada foi encontrado a respeito em publicações especializadas.

2.4. Boleira (*Joannesia princeps*)

Joannesia princeps, vulgarmente boleira, anda-açú ou cotiera, é uma espécie florestal de ampla zona de ocorrência no território brasileiro. Seu desenvolvimento é muito bom e seu comportamento em solos fracos é excelente. A madeira, em virtude de sua textura grosseira, porosa e macia pode ser indicada para inúmeros fins, entre os quais a fabricação de lápis, fósforos, caixas, etc." e também para a produção de celulose para papel.

Embora exista escassa literatura sobre o assunto, sua utilização para obtenção de celulose tem sido recomendada há longo tempo: em 1935, FONSECA verificava que esta madeira produzia celulose de alto rendimento e qualidade, Mais recentemente, em 1971, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas IPT, publicava relatório onde se confirmava a boa qualidade da celulose obtida de sua madeira. Os ensaios da celulose com o número de permanganato igual a 15,3 e realizados pelo IPT mostraram valores de 9,400 metros para o comprimento de auto-ruptura e 99 para o índice de rasgo a 45° SR.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Bracatinga

Foi utilizada uma amostra composta obtida de árvores de bracatinga com idades compreendidas entre 4 e 7 anos. O material, proveniente de Lages, Santa Catarina, foi coletado em povoamentos de regeneração natural.

3.1.2. Embaúba

O material de embaúba consistia de árvores amostradas em florestas do litoral paulista, com idade indeterminada devido sua ocorrência natural.

3.1.3. Caixeta

O material de **Tabebuia cassinoides** constituiu-se de resíduos da industrialização da madeira para lápis, proveniente de Paranaguá-Paraná.

3.1.4. Boleira

Foram coletadas duas amostras de madeira para os ensaios para a produção de celulose de **Joannesia princeps**. Ambas provinham de povoamentos distintos, mas de idades indeterminadas, e localizados em Linhares - Espírito Santo.

3.1.5. Eucalipto

O material de **Eucalyptus saligna** constituiu-se de madeira obtida de povoamentos comerciais com 5 anos de idade e proveniente de Mogi-Guaçu - São Paulo.

3.2. Métodos

3.2.1. Preparo da madeira

As árvores amostradas para cada espécie foram cortadas em toras, descascadas e a seguir reduzidas a cavacos em picador industrial. Os cavacos obtidos foram secos ao ar até equilíbrio e armazenados em sacos plásticos para evitar alteração do teor de umidade dos mesmos.

3.2.2. Amostragem para ensaios

A amostragem para todos os ensaios realizados foi feita sobre os lotes de cavacos.

3.2.3. Análises microscópicas nas madeiras

Foram determinadas as seguintes dimensões das fibras: comprimento, largura, diâmetro do lumen e espessura da parede celular.

3.2.4. Determinação da densidade básica das madeiras

Foi utilizado para tal o método do máximo teor de umidade, conforme FOELKEL *et alii*, 1971.

3.2.5. Análises químicas das madeiras

As determinações químicas foram realizadas em duplicata e o resultado médio expresso em porcentagem sobre o peso de madeira absolutamente seca.

As seguintes análises foram realizadas:

| Análise química | Método |
|-------------------------------|---------------|
| Solubilidade em | |
| - água quente..... | ABCP M4/68 |
| - NaOH 1%..... | ABCP M5/68 |
| - álcool benzeno..... | ABCP M6/69 |
| Teor de | |
| - celulose Cross & Bevan..... | ABCP M9/71 |
| - lignina..... | ABCP M10/71 |
| - pentosanas..... | TAPPI T19m-50 |

ABCP: Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel.

TAPPI: Technical Association of the Pulp and Paper Industry.

3.2.6. Produção de celulose

Foi utilizado o processo sulfato e os esquemas dos cozimentos estão apresentados no Quadro I.

Quadro I: *Condições dos cozimentos sulfato.*

| Variáveis Espécie | % álcali ativo | Sulfidez (%) | Atividade (%) | Temperatura máxima (°C) | Tempo até temperatura máxima (h) | Tempo à temperatura máxima (h) | Relação licor/madeira |
|----------------------|----------------------|-----------------|------------------|----------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------|
| - Bragatinga | | | | | | | |
| Cozimento I | 14 | 25 | 88 | 170 | 2 | 1 | 4:1 |
| Cozimento II | 14 | 25 | 88 | 170 | 2 | 1 | 4:1 |
| Cozimento III | 14 | 25 | 88 | 165 | 2 | 0,5 | 4:1 |
| - Embaúba | | | | | | | |
| - Caixeta | | | | | | | |
| Cozimento I | 12 | 25 | 88 | 165 | 2 | 0,5 | 4:1 |
| Cozimento II | 12 | 25 | 88 | 170 | 2 | 0,5 | 4:1 |
| Cozimento III | 15 | 25 | 88 | 170 | 2 | 0,5 | 4:1 |
| Cozimento IV | 16 | 25 | 88 | 170 | 2 | 1,0 | 4:1 |
| - Boleira | | | | | | | |
| (Amostra 1) | 11 | 25 | 100 | 165 | 2 | 0,5 | 4:1 |
| Cozimento I | 13 | 25 | 100 | 165 | 2 | 0,5 | 4:1 |
| Cozimento II | 15 | 25 | 100 | 165 | 2 | 0,5 | 4:1 |
| Cozimento III | | | | | | | |
| - Boleira | | | | | | | |
| (Amostra 2) | 13 | 25 | 100 | 170 | 2 | 0,5 | 4:1 |
| Cozimento I | 12 | 25 | 100 | 165 | 2 | 0,5 | 4:1 |
| Cozimento II | | | | | | | |
| - Eucalipto | 13 | 25 | 88 | 165 | 2 | 0,5 | 4:1 |

As celuloses obtidas foram lavadas e depuradas e a seguir determinaram-se rendimentos brutos, depurados, teores de rejeitos e números de permanganato.

3.2.7. Refinação e formação de folhas para lestes

As celuloses foram refinadas em moinho Jokro a tempos variáveis de moagem, incluindo-se o tempo zero minutos. A consistência de refinação foi de 6% .A cada tempo de moagem e para cada tipo de celulose determinava-se o grau de refino, em termos de graus Schopper Riegler, e preparavam-se folhas de gramatura aproximadamente 60 g/m².

3.2.8. Ensaio físico-mecânico das celuloses

Os ensaios físico-mecânicos foram realizados e calculados segundo método TAPPI T 220 m- 60. As seguintes propriedades das celuloses foram determinadas:

- resistência à tração: expressa pelo comprimento de auto ruptura, em quilômetros.
- resistência ao estouro: expressa pelo índice de estouro.
- resistência ao rasgo: expressa pelo índice de rasgo.
- esticamento: expresso em porcentagem.
- peso específico aparente: expresso em gramas por centímetro cúbico.

4. RESULTADOS

4.1. Dimensões médias das fibras

Os resultados das análises microscópicas, médias de 100 fibras por espécie, constam do Quadro II.

Quadro II: *Dimensões médias das fibras*

| Dimensão Espécie | Comprimento (mm) | Largura (μ) | Diâmetro do lúmen (μ) | Espessura da parede (μ) |
|---------------------|------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| - Bracatinga | 1,17 | 25,8 | 14,3 | 5,7 |
| - Embaúba | 1,36 | 54,2 | 47,8 | 3,2 |
| - Caixeta | 0,88 | 26,3 | 21,0 | 2,6 |
| - Boleira | | | | |
| Amostra 1 | 1,70 | 30,9 | 21,5 | 4,7 |
| Amostra 2 | 1,64 | 27,4 | 18,4 | 4,5 |
| - Eucalipto | 1,00 | 19,2 | 13,0 | 3,1 |

4.2. Densidade básica das madeiras

Os resultados médios para densidade básica das madeiras aparecem no Quadro III.

Quadro III: *Densidade básica média das madeiras*

| Espécie | Densidade básica (g/cm^3) |
|--------------|--------------------------------------|
| - Bracatinga | 0,513 |
| - Embaúba | 0,180 |
| - Caixeta | 0,299 |
| - Boleira | |
| Amostra 1 | 0,386 |
| Amostra 2 | 0,306 |
| - Eucalipto | 0,498 |

4.3. Análises químicas das madeiras

Os resultados das análises químicas quantitativas realizadas nas madeiras estão apresentados no Quadro IV.

Quadro IV: *Composição química quantitativa das madeiras*

| Composição química (%) Espécie | Solubilidade em | | | Teor de | | |
|-----------------------------------|-----------------|---------|----------------|----------|---------|------------|
| | água quente | NaOH 1% | álcool benzeno | celulose | lignina | pentanosas |
| - Bracatinga | 4,1 | 19,0 | 0,2 | 58,6 | 25,4 | 21,8 |
| - Embaúba | 3,8 | 21,1 | 2,0 | 64,5 | 22,2 | 15,5 |
| - Caixeta | 4,5 | 7,1 | 0,6 | 48,3 | 31,2 | 12,4 |
| - Boleira | | | | | | |
| Amostra 1 | - | - | - | - | - | - |
| Amostra 2 | 6,5 | 18,6 | 3,2 | 57,7 | 18,4 | 20,5 |
| - Eucalipto | 3,0 | 12,5 | 2,1 | 53,2 | 25,8 | 17,5 |

4.4. Propriedades das celuloses

4.4.1. Rendimentos, teores de rejeitos e números de permanganato

Os valores médios obtidos para estas propriedades aparecem no Quadro V.

Quadro V: *Rendimentos, teores de rejeitos e números de permanganato das celulosas*

| Propriedade da celulose Espécie | Rendimento bruto (%) | Rendimento depurado (%) | Teor de rejeitos (%) | Número de permanganato |
|------------------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|
| - Bragatinga | | | | |
| Cozimento I | 52,1 | 52,0 | 0,1 | 13,4 |
| Cozimento II | 54,6 | 54,3 | 0,4 | 15,4 |
| Cozimento III | 59,2 | 57,6 | 1,6 | 19,3 |
| - Embaúba | 59,2 | 57,2 | 2,0 | 12,5 |
| - Caixeta | | | | |
| Cozimento I | 53,7 | 48,8 | 4,9 | 33,6 |
| Cozimento II | 51,3 | 49,1 | 2,0 | 33,1 |
| Cozimento III | 48,6 | 48,2 | 0,4 | 19,5 |
| Cozimento IV | 44,7 | 44,4 | 0,3 | 17,2 |
| - Boleira (Amostra 1) | | | | |
| Cozimento I | 52,4 | 36,6 | 15,8 | 32,8 |
| Cozimento II | 48,4 | 47,8 | 0,6 | 20,1 |
| Cozimento III | 45,3 | 45,0 | 0,3 | 16,2 |
| - Boleira (Amostra 2) | | | | |
| Cozimento I | 50,2 | 50,0 | 0,2 | 9,6 |
| Cozimento II | 54,1 | 53,2 | 0,9 | 15,8 |
| - Eucalipto | 50,2 | 49,5 | 0,7 | 14,0 |

4.2. Propriedades físico-mecânicas das celulosas

Os resultados para tempo de moagem, resistências à tração, estouro e rasgo e peso específico aparente das celulosas, em função do grau de moagem, estão apresentados respectivamente nos Quadros VI, VII, VIII, IX e X.

Quadro VI: *Tempos de moagem, em minutos*

| Grau de moagem | 20 | 30 | 40 | 45 | 60 |
|-----------------------|----|----|----|----|-----|
| Espécie | | | | | |
| - Bragatinga | | | | | |
| Cozimento I | - | 31 | 47 | 55 | 67 |
| Cozimento II | - | 31 | 48 | 53 | 68 |
| Cozimento III | - | 47 | 63 | 66 | 74 |
| - Embaúba | 3 | 18 | 30 | 42 | 75 |
| - Caixeta | | | | | |
| Cozimento I | - | 8 | 22 | 33 | 64 |
| Cozimento II | - | 7 | 18 | 27 | 48 |
| Cozimento III | - | 8 | 22 | 32 | 59 |
| Cozimento IV | - | 7 | 19 | 28 | 52 |
| - Boleira (Amostra 1) | | | | | |
| Cozimento I | 41 | 55 | 63 | 68 | 79 |
| Cozimento II | 23 | 44 | 56 | 60 | 71 |
| Cozimento III | 42 | 61 | 73 | 75 | 87 |
| - Boleira (Amostra 2) | | | | | |
| Cozimento I | 10 | 30 | 40 | 44 | 58 |
| Cozimento II | 9 | 18 | 27 | 32 | 40 |
| - Eucalipto | 9 | 37 | 63 | 75 | 101 |

Quadro VII: Resistência à tração das celuloses, expressa pelo comprimento de auto-ruptura

| Grau de moagem Espécie | 20 | 30 | 40 | 45 | 60 |
|---------------------------|-----|-----|------|------|------|
| - Bragatinga | | | | | |
| Cozimento I | - | 7,2 | 7,4 | 7,5 | 7,7 |
| Cozimento II | - | 7,3 | 8,1 | 8,5 | 8,6 |
| Cozimento III | - | 7,8 | 8,6 | 8,8 | 9,1 |
| - Embaúba | 4,6 | 7,7 | 9,6 | 10,0 | 10,4 |
| - Caixeta | | | | | |
| Cozimento I | - | 7,2 | 8,6 | 9,1 | 9,9 |
| Cozimento II | - | 5,9 | 7,5 | 8,1 | 9,0 |
| Cozimento III | - | 6,3 | 8,5 | 9,1 | 8,9 |
| Cozimento IV | - | 5,4 | 7,1 | 7,5 | 7,5 |
| - Boleira (Amostra 1) | | | | | |
| Cozimento I | 6,5 | 6,6 | 6,8 | 6,9 | 7,1 |
| Cozimento II | 7,0 | 7,9 | 8,3 | 8,5 | 8,7 |
| Cozimento III | 7,1 | 7,5 | 7,7 | 7,9 | 8,1 |
| - Boleira (Amostra 2) | | | | | |
| Cozimento I | 5,3 | 6,5 | 7,8 | 8,4 | 8,7 |
| Cozimento II | 6,9 | 8,2 | 8,4 | 8,7 | 8,8 |
| - Eucalipto | 6,2 | 9,5 | 10,7 | 11,0 | 12,0 |

Quadro VIII: Resistência ao estouro das celuloses, expressa pelo índice de estouro

| Grau de moagem Espécie | 20 | 30 | 40 | 45 | 60 |
|---------------------------|----|----|----|----|----|
| - Bragatinga | | | | | |
| Cozimento I | - | 33 | 38 | 39 | 42 |
| Cozimento II | - | 35 | 42 | 44 | 46 |
| Cozimento III | - | 39 | 44 | 46 | 51 |
| - Embaúba | 26 | 55 | 71 | 73 | 80 |
| - Caixeta | | | | | |
| Cozimento I | - | 36 | 56 | 61 | 74 |
| Cozimento II | - | 34 | 50 | 54 | 66 |
| Cozimento III | - | 41 | 59 | 62 | 66 |
| Cozimento IV | - | 31 | 48 | 52 | 56 |
| - Boleira (Amostra 1) | | | | | |
| Cozimento I | 32 | 40 | 43 | 46 | 52 |
| Cozimento II | 32 | 49 | 53 | 54 | 60 |
| Cozimento III | 41 | 47 | 50 | 52 | 56 |
| - Boleira (Amostra 2) | | | | | |
| Cozimento I | 34 | 37 | 39 | 44 | 57 |
| Cozimento II | 41 | 47 | 48 | 48 | 49 |
| - Eucalipto | 37 | 62 | 76 | 80 | 84 |

Quadro IX: Resistência ao rasgo das celulosas, expressa pelo índice de rasgo

| Grau de moagem \ Espécie | 20 | 30 | 40 | 45 | 60 |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| - Bragatinga | | | | | |
| Cozimento I | - | 71 | 75 | 73 | 68 |
| Cozimento II | - | 70 | 77 | 76 | 74 |
| Cozimento III | - | 76 | 83 | 82 | 79 |
| - Embaúba | 91 | 92 | 84 | 80 | 78 |
| - Caixeta | | | | | |
| Cozimento I | - | 105 | 112 | 109 | 96 |
| Cozimento II | - | 87 | 104 | 108 | 105 |
| Cozimento III | - | 84 | 103 | 105 | 107 |
| Cozimento IV | - | 87 | 100 | 95 | 91 |
| - Boleira (Amostra 1) | | | | | |
| Cozimento I | 127 | 135 | 137 | 138 | 130 |
| Cozimento II | 159 | 165 | 158 | 155 | 137 |
| Cozimento III | 170 | 147 | 140 | 135 | 129 |
| - Boleira (Amostra 2) | | | | | |
| Cozimento I | 129 | 112 | 110 | 103 | 101 |
| Cozimento II | 110 | 111 | 108 | 104 | 99 |
| - Eucalipto | 87 | 109 | 121 | 121 | 119 |

Quadro X: Peso específico aparente das folhas de celulose, em g/cm³

| Grau de moagem \ Espécie | 20 | 30 | 40 | 45 | 60 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| - Bragatinga | | | | | |
| Cozimento I | - | 0,657 | 0,659 | 0,662 | 0,700 |
| Cozimento II | - | 0,634 | 0,672 | 0,687 | 0,705 |
| Cozimento III | - | 0,640 | 0,660 | 0,690 | 0,728 |
| - Embaúba | 0,550 | 0,760 | 0,805 | 0,820 | 0,880 |
| - Caixeta | | | | | |
| Cozimento I | - | 0,550 | 0,660 | 0,685 | 0,740 |
| Cozimento II | - | 0,550 | 0,660 | 0,675 | 0,735 |
| Cozimento III | - | 0,550 | 0,675 | 0,700 | 0,730 |
| Cozimento IV | - | 0,525 | 0,675 | 0,710 | 0,760 |
| - Boleira (Amostra 1) | | | | | |
| Cozimento I | 0,610 | 0,625 | 0,640 | 0,645 | 0,675 |
| Cozimento II | 0,600 | 0,640 | 0,655 | 0,665 | 0,680 |
| Cozimento III | 0,625 | 0,660 | 0,675 | 0,690 | 0,710 |
| - Boleira (Amostra 2) | | | | | |
| Cozimento I | 0,561 | 0,582 | 0,610 | 0,623 | 0,640 |
| Cozimento II | 0,552 | 0,584 | 0,612 | 0,616 | 0,634 |
| - Eucalipto | 0,575 | 0,670 | 0,690 | 0,700 | 0,740 |

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. Características das madeiras

De forma geral, as espécies ensaiadas mostraram valores para dimensões de fibras e composição química da madeira dentro do usual para folhosas. Comparativamente, a madeira de boleira mostrou maior comprimento de fibra e a de bracatinga maior espessura da parede.

Quanto à composição química, as madeiras de embaúba e bracatinga caracterizaram-se por maiores teores em celulose e pentosanas e maior solubilidade em NaOH 1%. A madeira de caixeta mostrou menor teor de celulose e maior teor de lignina. A madeira de boleira apresentou o menor teor de lignina.

Um amplo espectro de variação foi observado quando a densidade da madeira era a propriedade em investigação. Madeiras bastante leves como a embaúba e caixeta opunham-se a madeiras mais densas como bracatinga e eucalipto. Numa faixa intermediária encontrava-se a madeira de boleira.

5.2. Propriedades das celuloses

5.2.1. Bracatinga

Celuloses sulfato de razoáveis resistências à tração e ao estouro e baixa resistência ao rasgo foram obtidas com essa matéria-prima. Os rendimentos em celulose são similares aos obtidos para eucaliptos.

5.2.2. Embaúba

Em termos de propriedades físico-mecânicas a celulose de embaúba mostrou-se inferior à de eucalipto, entretanto suas resistências à tração e ao rasgo, bem como seu rendimento foram bastante satisfatórios. Por outro lado a celulose de embaúba é rapidamente refinada, o que significa economia no consumo de energia para a obtenção de um pré-estabelecido grau de moagem.

5.2.3. Caixeta

A madeira apresentou uma certa resistência à deslignificação, sendo necessárias condições mais ou menos drásticas para folhosas para trazer o número de permanganato das celuloses a valores que permitissem fácil branqueamento. Com isso, os rendimentos foram baixos para as celuloses consideradas economicamente branqueáveis.

Uma propriedade importante das celuloses foi a rápida velocidade de refinação. Os valores encontrados para resistências à tração e ao arrebatamento foram razoáveis e para o rasgo, baixos.

A produção de folhas densas foi outra característica destas celuloses.

5.2.4. Soleira

As duas amostras de madeiras de boleira estudadas mostraram celuloses de características diferentes quando processadas. A amostra 1 apresentou celulose sulfato de alta resistência ao rasgo e razoáveis resistências à tração e ao arrebatamento. Por outro lado, os rendimentos obtidos em celulose foram baixos para este material. Quando a amostra 2 foi convertida em celulose, foram observados rendimentos superiores à primeira, a celulose produzida era clara e as resistências, embora inferiores às da celulose de eucalipto, eram satisfatórias para a produção de papéis, principalmente para impressão e escrita.

5.3. Índices de qualidade das matérias primas

Com a finalidade de expressar quantitativamente a potencialidade de uma madeira para produção de celulose sulfato não branqueada, os autores deste trabalho elaboraram um «índice de qualidade de matérias-primas». Assim, os valores de densidade básica das madeiras, rendimento depurado em celulose, número de permanganato e resistências das celuloses à tração, estouro e rasgo, foram divididos em 8 classes, conforme designadas e identificadas no Quadro XI. Na classificação dos valores das propriedades das madeiras e celuloses, foram tomados por base aqueles obtidos para **Eucalyptus saligna**, e correspondentes a classe 5. O grau de moagem das celuloses tomado como padrão foi 45° SR.

Quadro XI: *Classes de qualidade das matérias primas*

| Classe | Densidade básica da madeira | Rendimento depurado | Número de permanganato | Resistências | | |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------|----------------|----------------|---------------|
| | | | | Tração | Estouro | Rasgo |
| 1 | menor que 0,16 | menor que 40,1 | Maior que 25,0 | menor que 7,1 | menor que 40,1 | menor que 80 |
| 2 | 0,16-0,25 | 40,1-43,0 | 21,1-25,0 | 7,1-8,0 | 40,1-50,0 | 80-100 |
| 3 | 0,26-0,35 | 43,1-46,0 | 18,1-21,0 | 8,1-9,0 | 50,1-60,0 | 101-110 |
| 4 | 0,36-0,45 | 46,1-52,0 | 16,1-18,0 | 9,1-10,0 | 60,1-70,0 | 111-120 |
| 5 | 0,46-0,55 | 49,1-52,0 | 14,1-16,0 | 10,1-11,0 | 70,1-80,0 | 121-130 |
| 6 | 0,56-0,60 | 52,1-55,0 | 12,1-14,0 | 11,1-12,0 | 80,1-85,0 | 131-140 |
| 7 | 0,61-0,95 | 55,1-58,0 | 10,1-12,0 | 12,1-13,0 | 85,1-90,0 | 141-160 |
| 8 | maior que 0,65 | maior que 58,0 | menor que 10,1 | maior que 13,0 | maior que 90,0 | maior que 160 |
| Eucalyptus saligna | 0,498 | 49,5 | 14,0 | 11,0 | 80,0 | 121 |

A classificação das madeiras estudadas foi feita segundo o Quadro XI e é apresentada no Quadro XII. Nesse quadro, os valores de cada propriedade estão representados pelos números correspondentes às classes em que se enquadram. A qualidade de cada matéria prima é expressa pelo «índice de qualidade», representado pela média dos valores individuais a ela pertencente.

Quadro IX: Classes de qualidade das matérias primas

| Propriedade Espécie | Densidade básica da madeira | Rendimento depurado | Número de permanganato | Resistência | | | Índice de qualidade |
|------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|-------------|---------|-------|------------------------|
| | | | | Tração | Estouro | Rasgo | |
| - Bragatinga | | | | | | | |
| Cozimento I | 5 | 5 | 6 | 2 | 1 | 1 | 3,33 |
| Cozimento II | 5 | 6 | 5 | 3 | 2 | 1 | 3,66 |
| Cozimento III | 5 | 7 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3,66 |
| - Embaúba | 2 | 7 | 6 | 4 | 5 | 2 | 4,33 |
| - Caixeta | | | | | | | |
| Cozimento I | 3 | 4 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3,17 |
| Cozimento II | 3 | 5 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3,00 |
| Cozimento III | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3,50 |
| Cozimento IV | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2,83 |
| - Boleira | | | | | | | |
| (Amostra 1) | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 6 | 2,50 |
| Cozimento I | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 7 | 4,00 |
| Cozimento II | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 6 | 3,66 |
| Cozimento III | | | | | | | |
| - Boleira | | | | | | | |
| (Amostra 2) | 3 | 5 | 8 | 3 | 2 | 3 | 4,00 |
| Cozimento I | 3 | 6 | 5 | 3 | 2 | 3 | 3,66 |
| Cozimento II | | | | | | | |
| - Eucalipto | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5,00 |

Analisando-se o Quadro XII, pode-se observar que nenhuma das essências florestais nativas que foram estudadas mostrou-se semelhante ou superior **Eucalyptus saligna**. As madeiras que mais se aproximaram ao eucalipto como fonte de fibras para celulose sulfato de boa qualidade foram: embaúba, boleira e bracatinga, pela ordem. A madeira de caixeta mostrou qualidades inferiores às demais para o propósito em questão.

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e para as condições adotadas pode-se concluir que as madeiras de bracatinga (**Mimosa bracatinga**), embaúba (**Cecropia** sp), caixeta (**Tabebuia cassinoides**) e boleira (**Joannesia princeps**) fornecem celulose sulfato de razoável qualidade, podendo ser cogitada suas utilizações para fabricação de papéis, principalmente dos tipos para escrita e impressão.

7. BIBLIOGRAFIA

1. ASSIS. C. et alii. 1968 - Contribuição para aproveitamento da bracatinga mimosa na indústria papelreira. In: **Congresso Florestal Brasileiro**, 1.º, Curitiba. 1968. 15 p.
2. BARRICHELO. L. E. G., 1968 - Celulose sulfato de bracatinga. In: **Congresso Florestal Brasileiro**, 1.º, Curitiba. 1968. 15 p.
3. FOELKEL. C. E. E.; BRASIL. M. A. M. & BARRICHELO. L. E. G.. 1971 - **IPEF**, (2/3): 64-74.
4. FONSECA. E. I. 1935 - A indústria do papel. 70 p.

5. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. São Paulo. 1971 - **Fichas características de madeiras brasileiras: boleira (*Joannesia princeps*)**. 5 p.
6. LOUREIRO, A. A. & SILVA. M. F., 1968 - **Calálogo das madeiras da Amazônia**. Belém. SUDAM. vol. 2.
7. OVERBECK. W., 1968 - **Pastas celulósicas de madeiras da Amazônia**. São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 31 p. (Publicação 828).

produtos
madeirit

— mais qualidade a serviço da construção

**FORMAS
PARA CONCRETO**

Moldagem perfeita.
Máxima economia.
Amplio reaproveitamento.

**LAMBRIS
DE MADEIRA**

Lâminas de madeiras
decorativas coladas sobre
tela e aplicáveis
sobre qualquer superfície.

**PORTAS MAIS
FUNCIONAIS**

Maciças ou Semi-ocas
(de Six-Cel).

**TELHAS
DE GRANDE
RESISTÊNCIA**

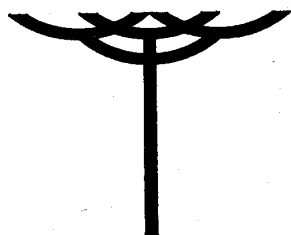
Com ou sem revestimento
de alumínio.

E também: TAPUMES LISOS OU ONDULADOS.
COMPENSADO NAVAL.
COMPENSADO INDUSTRIAL.

INDÚSTRIAS
madeirit S.A.

Rua Xavier de Toledo, 264 - 10.º
Tel.: 37-0561, End. Telegr.: "DEIRIT". São Paulo





Papel e Celulose Catarinense S.A.

Papel e Celulose Catarinense S.A., uma indústria integrada de celulose e de papel, planejada e operada exclusivamente para produção de papéis kraft, produto de alta resistência fabricado de matéria-prima de fibra longa. Situada no Planalto Catarinense, utiliza-se essencialmente de pinheiros nativos e de «Pinus» oriundos de reflorestamento. São 1.000 metros cúbicos, por dia, de pinho, sob a forma de toras e sobras de serrarias.

Objetivando o seu contínuo e crescente abastecimento de matérias-primas fibrosas, a Empresa executa não só reflorestamentos próprios, como também, registrada no IBDF sob o n.º 46, elabora, planeja e executa reflorestamentos para terceiros, com recursos atenuantes do imposto de renda.

PAPEL E CELULOSE CATARINENSE S.A.

R. Líbero Badaró, 471 — São Paulo — Fones: 32-2392 — 37-8284
— Vendas: 34-3471 — Telex: 021-197 — Teleg Celucat. — S. Paulo
Fábrica: Distrito de Correia Pinto, Município de Lages — Estado de Santa Catarina