

**Características papelerias dos bambus da regio do Acre da Amazônia**

MFN -0948

N CHAMADA:

TITULO: Características papelerias dos bambus da regio do Acre da Amazônia

AUTOR(ES): CORREA, A.A.LUZ, C.N.R.FRAZAO, F.J.L.

EDICAO:

IDIOMA: português

ASSUNTO:

TIPO: Congresso

EVENTO: Congresso Anual da ABCP, 10 (Congresso Brasileiro de Celulose e Papel de Eucalipto, 1)

PROMOTOR: ABTCP

CIDADE: São Paulo

DATA: 21-25.11.1977

IMPRESSAO: Sao Paulo, 1977, ABTCP

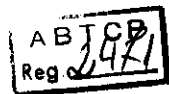
PAG/VOLUME: p.97-112,

FONTE: Congresso Anual da ABCP, 10 (Congresso Brasileiro de Celulose e Papel de Eucalipto, 1), 1977, São Paulo, p.97-112

AUTOR ENTIDADE:

DESCRIPTOR:

RESUMO:



## **CARACTERÍSTICAS PAPELEIRAS DOS BAMBUS DA REGIÃO DO ACRE DA AMAZÔNIA**

**ANTÔNIO DE AZEVEDO CORRÊA  
CLÁUDIO NAZARENO REIS LUZ  
FRANCISCO JUVENAL LIMA FRAZÃO**  
Inst. Nac. de Pesquisas da Amazônia

### **RESUMO**

Uma amostra de Bambus da Região do Acre foi estudada sob o ponto de vista de celulose e papel. Neste trabalho apresenta-se informações sucintas sobre a distribuição geográfica desta gramínea e sua utilização pela indústria papelreira especialmente no continente asiático. Características gerais sobre o solo, clima e relevo são em seguida evidenciados. Avaliações sobre a densidade, classificação e micrometria das fibras, qualidades das pastas químicas, semi-químicas, mecano-químicas, e mecânicas, assim como resultados dos alvejamentos, clareamentos e do cálculo da potencialidade de utilização são mostrados. Conclui-se que os Bambus do Acre são factíveis de serem utilizados na fabricação de pasta especialmente destinadas a manufaturas de papel de embalagem.

### **INTRODUÇÃO**

A Amazônica particularmente rica em celulose de fibra curta em decorrência do seu elevado potencial de madeiras folhosas e no que concerne a matéria de fibra longa menos favorecida; entretanto, pesquisas recentes, efetuadas pelo Projeto "RADAM" (1), mostraram uma larga ocorrência de Bambu no Estado do Acre. A avaliação das características desta matéria-prima, apresentamos neste trabalho.

(1) - O Projeto RADAMBRASIL tem por meta primordial mapear e avaliar recursos naturais, em escala regional e a relativo curto prazo, afim de que alcançados esses objetivos as regiões mais promissoras sob o ponto de vista de suas potencialidades naturais sejam submetidas a estudos mais detalhados.

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

### **DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS BAMBUS**

O Bambu é uma gramínea alta de origem principalmente tropical que cresce especialmente em bosque monçônico. Devido a esta característica, sua maior ocorrência se verifica no continente asiático, onde aparece espontaneamente cobrindo superfícies na Índia, Paquistão, Japão, Taywan, Indonésia, Camboja, Vietnã, Tailândia e Birmânia. Na Índia existem cerca de 800.000 hectares estimados de Bambus, 500.000 dos quais são acessíveis e estão em exploração. No Japão a ocorrência é de 160.000 hectares e em Taywan 48.000. Na Birmânia existem aproximadamente 9 milhões de hectares de Bambus, que poderiam sustentar uma colheita anual de 45 milhões de toneladas (Wayman, 1973). En-

tre os gêneros mais freqüentes encontrados nos povoadamentos de Bambus na Ásia, podem ser citados os seguintes como mais importantes: Bambúsa, Dendrocalamus, Phyllostachys, Arundi e Ocheandras (Doat, 1967).

Na África existem duas espécies de Bambus espontâneos: Arundinaria alpina e Oxytenanthera abyssinica e outras espécies que foram introduzidas (Ibid).

A Arundinaria alpina é encontrada nas montanhas da África Oriental, na República dos Camarões entre 2.000 a 3.400 m de altitude, em clima úmido (pluviosidade de 1.800 a 3.000 mm), sobre solos argilosos ou vulcânicos. Em altitudes elevadas as zonas de povoamento puros são muito abrangentes (vários milhares de hectares no Kenya). À baixa altitude os Bambus se encontram associados com floresta de folhosas ou de resinosos (Ibid).

A Oxytenanthera abyssinica se encontra em povoadamentos gregários cobrindo algumas vezes grandes superfícies em condições ecológicas extremamente variada de 0 a 2.000 m de altitude, de 700 a 2.000 mm de pluviosidade com estação seca de 3 a 7 meses, desenvolvendo-se em todos os tipos de solos com excessão de terre-

nos salinos e argilosos pesados. Este tipo de Bambu é o mais resistente - a seca. Encontra-se sobre as encostas inferiores dos maciços montanhosos e em planície particularmente na Guiné, Senegal, Etiópia, Zaire, Zâmbia, Sudão, República Centro Africana e Moçambique. As hastes raramente ultrapassam 10 m de altura e 5 cm de diâmetro sendo frequentemente retas. O estabelecimento não é definitivo e são factíveis em determinadas condições a regressões temporárias (Ibid). Bambusa vulgaris chamado "Bambu da China" foi introduzido em vários países africanos, onde se tornou subespontâneo. Suas exigências ecológicas são extremamente variáveis, adaptando-se nos mais diversos climas e numerosos tipos de solos. Encontra-se em zonas de floresta densa, bem como em savanas úmidas a baixa altitude até 1.000 m e cresce em tufo fechados (Ibid).

No continente americano, o gênero Guadua é o mais importante; Guadua angustifolia na Colômbia e Equador, Guadua amplexifolia desde o norte da Venezuela até a Nicarágua e Honduras, Guadua inermis no México e Guadua superba no Brasil. Em maiores altitudes e em climas temperados da América Latina o gênero Chusque

é o mais freqüente. Na América do Norte existem somente duas espécies nativas: Arundinaria gigantea e Arundinaria tecta (Huberman M.A., 1959).

Na Amazônia os Bambus que são conhecido com a denominação local de "Tabocas" ocorrem pelo menos em dois gêneros: Guadua e Nastus. Paul Le Cointe (1947) assim os relaciona:

Taboca-Guadua angustifolia, Guadua glomerata, Guadua morim, aparecendo especialmente na Ilha de Marajó.

Taboca da folha larga - Nastus amazonicus, existindo principalmente no Alto Purús.

Taboca Grande, Taboca Gigante, Taquarassú-Guadua superba que cresce em terras altas do Estado do Amazonas e Acre.

#### UTILIZAÇÃO DO BAMBU PELA INDÚSTRIA DE CELULOSE E PAPEL

O Bambu é utilizado desde os primórdios pela indústria papelreira. Constituiu fonte de matéria-prima das antigas fábricas artesanais da China e do Japão. (Doat, 1967).

Na atualidade sua maior utilização encontra-se na Ásia, principalmente na Índia e na China. Entretanto, existem fábricas na Birmã-

#### QUADRO I

EXEMPLOS DE FÁBRICAS QUE UTILIZAM BAMBÚ NA ÁSIA			
PAÍS	NOME DA SOCIEDADE	TIPO DE COZIMENTO	QUANTIDADE FABRICADA POR ANO
ÍNDIA	Bengal Paper Mills	Sulfato	14.000 Ton.de papel de impressão escrever
ÍNDIA	Índia Paper Pulp Co.	Bissulfito de Magnésio	6.600 Ton. de Papel
ÍNDIA	Sirpur Paper Mills	Sulfato	15.000 Ton. de Papel
ÍNDIA	The Titaghur Paper Mills	Sulfato	42.000 Ton. de papel impressão-escrever, embalagem e cartão.
ÍNDIA	The Ballapur Paper Mills	Sulfato	8.000 Ton. de papel impressão,offset,duplicata
ÍNDIA	The Mysore Paper Mills	Kraft	8.000 Ton. de papel de impressão-escrever.
ÍNDIA	The National Newsprint and Paper Mills Napanagar	Sulfato de Bambú e Pasta Mecânica de Folhosas	20.000 Ton.
ÍNDIA	Orient Paper Mills	Sulfato	36.000 Ton.de papel de impressão,embalagem,crepom, cartão, diversos...
PAQUISTÃO	Karnaphuli Paper Mills	Sulfato	30.000 Ton.de papel de impressão escrever e diversos.
TAILÂNDIA	Kanchanaburi	Kraft 80 % Bambú 20 % Bombax	3.000 Ton.
CAMBOJA	Usina de Chlong	Sulfato	8.000 Ton.
INDONÉSIA	State Paper Mill Goa	Sulfato	9.000 Ton.

FONTE: Doat, J.- Les Bambous, Source Éventuelle de Cellulose pour L'Afrique-In Bois e Forêts des Tropiques, N° 113 - Maio - Junho 1967, 41-59

nia, Filipinas, Japão, Paquistão, República do Khamer e Tailândia. (Wayman, 1973). Na Índia a participação do Bambú é de 70% em relação a todos os materiais fibrosos utilizados por aquele país na obtenção de pasta a papel (Doat, 1967).

Doat (Ibid), relaciona as seguintes unidades de fabricação em vários países asiáticos que utilizam o Bambu, como fonte de matéria-prima. (Quadro I).

Como se observa, o que caracterizam essas unidades são os seus pequenos portes operarem em integração vertical, até a produção de papel e seus produtos serem consumidos no mercado local (Doat, 1967).

No Brasil, a participação das pastas provenientes de Bambu é ainda muito baixa em comparação com as pastas fabricadas de madeiras (Ver Quadro II) e somente cinco fábricas, (2) de pequenas dimensões manufaturam esta matéria-prima na obtenção de celulose.

(2) - Companhia Mineira de Papéis - 4.500 t/ano - Celulose sulfato branqueada - Estado de Minas Gerais.

- Companhia Fabricadora de Papéis Itajaí - 60 t/ano - Celulose sulfato crua - Estado de Santa Catarina.

- Companhia Industrial Brasileira Portela - 2.300 t/ano - Celulose sulfato crua - Estado de Pernambuco.

- Indústria de Papéis Santo Amaro S/A - 9.000 t/ano - Celulose soda crua - Estado da Bahia.

- Companhia de Papel e Papelão Pedras Brancas - 1.400 t/ano de pastas semi-químicas a soda (Associação Paulista dos Fabricantes de Papel e Celulose).

#### AMOSTRA DE BAMBU ESTUDADA PELA SECCÃO DE CELULOSE E PAPEL DO INPA

A amostra estudada corresponde a 100 Kg de Bambu, coletada no Estado do Acre (cf-mapa), onde esta gramínea ocorre em associação com a floresta tropical em proporções variáveis de 20% a 80% em uma área estimada de 85.000 Km<sup>2</sup>, sobre solos férteis como o podzólico vermelho-amarelo, eutrófico e epieutrófico, apresentando argila de atividade alta e textura argilosa, em relêvo que varia do suave ondulado à forte ondulado. O clima da área na classificação "Koppen" é do tipo Am-tropical chuvoso, com temperaturas médias anuais de 24,5 °C, máximas de 32 °C e mínimas de 18 °C, apresentando variações locais em função da maior ou menor exposição aos sistemas atmosféricos extra-

QUADRO II

Matéria prima	Pasta Química	Pasta semi Química	Total	%
EUCALIPTO	740 422	28 513	768 935	64,66
PINHEIRO	321 967	4 852	326 819	27,47
BAMBÚ	15 930	1 542	17 472	1,47
OUTROS	27 802	48 580	76 382	6,42
<b>TOTAL</b>	<b>1.106 121</b>	<b>83 487</b>	<b>1189 608</b>	<b>100,00</b>

Fonte : Associação Paulista dos Fabricantes de Papel e Celulose Relatório Estatístico, 1975.

#### Produção Brasileira de Pastas Químicas e Semi-Químicas, segundo a matéria-prima utilizada, em t. 1975.

tropicais. Frequentemente a região é atingida pelo fenômeno da "fria-gem" que resulta do avanço da frente polar, impulsionada pela massa de ar polar, provocando brusca queda na temperatura, permanecendo alguns dias com médias em torno de 10 °C. A pluviosidade apresenta totais anuais médios aproximados de 1.800/2.000 m.m. e no trimestre mais seco a média não atinge 125 m.m. (RADAM-BRASIL).

#### CLASSIFICAÇÃO, CARACTERÍSTICAS MICROMÉTRICAS DAS FIBRAS

##### E DENSIDADE DO BAMBU

Das pastas provenientes dos cozimentos soda-enxofre, efetuou-se a classificação dos comprimentos segundo o procedimento TAPPI - T233 - SU - 64 em Classificador de Fibras "Clarck", modelo M-46. Das partes retidas em cada compartimento, realizou-se mensurações em Projetor Olympus - 4 P - 360.

As larguras das fibras e das cavidades foram dimensionadas em microscópio monocular E. Leitz, com lente ocular 10X, objetiva 43 X e fato 3,14.

A densidade foi determinada sobre os cavacos pelo método RC - 91 - TAPPI.

Os resultados destes ensaios estão consignados na tabela nº 1.

Em que concerne as características morfológicas, os Bambus do Acre apresentam fibras que em relação ao comprimento se individualizam por serem superiores às folhosas, mas inferiores aos resinosos.

As fibras são relativamente estreitas e suas cavidades sendo pequenas, fazem com que as mesmas apresentem suas paredes bastante espessas.

O coeficiente de flexibilidade se situa abaixo dos encontrados nos resinosos e na faixa do apresentado pelas folhosas. É comparável aos Bambus africanos, especialmente ao Bambu do Senegal (Doat, 1967). Os valores apresentados permite esperar que os papéis fabricados das pastas provenientes dos Bambus da região do Acre, apresentem uma boa resistência à auto-ruptura, dobras duplas, e ao estouro.

O índice de feltragem é superior aos verificados nos angiospermas e nos geminospermas utilizados pela indústria de celulose, tipificando fibras propícias para a confecção de papéis resistentes e que exijam uma porosidade elevada.

Considerando a importância para a avaliação da qualidade de uma pasta do peso médio dos comprimentos das fibras (Clark, 1962), calculou-se este parâmetro para as fibras das pastas do Bambu através da fórmula:

$$L = \frac{W_1 L_1 + W_2 L_2 + W_3 L_3 + W_4 L_4 + W_5 L_5}{W}$$

Onde:

L = Peso médio do comprimento da fibra.

(L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>,) = Comprimento das fibras nos diversos compartimentos do classificador.

W<sub>5</sub> = Peso da amostra calculado por diferença.

W = Peso inicial da amostra.

O resultado obtido foi de uma ordem de grandeza de 2,252 mm.

A densidade do Bambu se situou na mesma faixa dos Bambus africanos que variam de 0,40 à 0,80, sendo superior à densidade dos resinosos e das folhosas que tradicionalmente são manufaturadas pelas indústrias de pasta e papel. Entretanto, isto não chega a constituir um inconveniente, uma vez que os Bambus utilizados principalmente pela indústria indiana, apresentam densidade correlata à observada no Bambu do Acre.

### COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO BAMBU

As análises químicas do Bambu foram efetuadas segundo as normas do TAPPI (3) e ABCP (4).

Os resultados das análises químicas do Bambu estão contidos na tabela nº II.

Como se observa, em relação as solubilidades os valores apresentados foram relativamente elevados. Considerando a soma dos extrativos em água e soda 1%, verifica-se que o seu valor foi próximo de 25%. Isto explica, segundo (Doat, 1967) a aptidão dos bambus fornecerem a 100° C e a pressão atmosférica em meio alcalino, pastas duras porém desfibráveis, susceptíveis de serem utilizadas em certos tipos de fabricações de papéis tais como: cartão ou ondulado.

Verifica-se que o teor em álcool-benzol é bastante elevado, assemelhando-se aos Bambus africanos e cujo valor igualou-se ao Bambu do Gabão (Ibid), sendo no entanto inferiores aos resinosos introduzidos na Amazônia (Corrêa & Luz, 1976) e situando-se ao redor dos valores apresentados pelo Eucalyptus saligna (Mazzei & Overbeck, 1966).

A quantidade de lignina se aproxima das cifras encontradas nos resinosos, enquanto que o teor de pentosanas é da mesma ordem que os verificados nas folhosas e inferiores aos encontrados nas palhas (Doat, 1967).

O teor de celulose se enquadrou na faixa dos resultados das folhosas e das palhas e foi inferior aos resinosos.

Em relação ao teor de cinzas, o valor encontrado foi da ordem de 3,0%, sendo comparável aos apresentados pelos Bambus pesquisados em diferentes laboratórios (Doat, 1967; Mazzei & Redko, 1967; Tissot, 1970; Redko & Nishimura, 1972).

TABELA Nº I

CLASSIFICAÇÃO, CARACTERÍSTICAS MICROMÉTRICAS DAS FIBRAS E DENSIDADE DO BAMBU

CARACTERÍSTICAS	COMPARTIMENTOS				
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5
COEFICIENTE DAS FIBRAS (K <sub>u</sub> )-L- VALORES MÉDIOS	3.600	2.206	1.290	995	580
LARGURA DAS FIBRAS (M <sub>u</sub> )-L- VALORES MÉDIOS	19	14	14	12	
LARGURA DAS CAVIDADES (M <sub>u</sub> )-C- VALORES MÉDIOS	9	7	6	6	
COEFICIENTE DE FLEXIBILIDADE C/L	47	50	43	50	
ÍNDICE FELTRANTE L/C	189	157	92	83	
% RETIRADA EM CADA COMPARTIMENTO	40	23	10	3	24
DENSIDADE			0,64		

VALOR CALCULADO SEGUNDO MÉTODO TAPPI -T- 232 - SU - 68

(3) Technical Association of the Pulp and Paper Industry  
(4) Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel.

O teor de cinzas do Bambu do Acre foi superior aos das folhosas e resinosos e muito inferiores aos das palhas (Ibid). As cinzas do Bambu possuem uma particularidade de conter uma grande quantidade de sílica, constituindo-se na principal dificuldade encontrada na utilização industrial desta matéria-prima. Tissot 1970 ao analisar este inconveniente na indústria indiana, verificou que a sílica causava um maior desgaste nas facas dos picadores do que os normalmente encontrados nas folhosas. Isto era agravado pelo esforço que as facas faziam nas picagens das hastes por serem os Bambus revestidos por uma película muito resistente.

A despeito de algumas soluções práticas utilizadas pelas indústrias indianas (5) para favorecer a picagem das hastes dos Bambus e eliminar uma parte da sílica superficial, algumas toneladas deste material eram introduzidas no circuito de fabricação causando efeitos indesejáveis em todas as etapas do tratamento para a obtenção da celulose obtida apresentava um pequeno teor de sílica (menos que 1%). A ação nefasta da sílica se verificava

(5) - "Central Pulp Mills, Limited", situada próxima à cidade de Fort Songad, estado de Gujarat. Esta fábrica utilizava o método de "esmagamento", que consistia em passar as hastes dos Bambus entre dois (2) cilindros canelados e após a pica-

gem, os cavacos eram lavados em correntes de água.

- "National Newsprint and Paper Mills Ltd". (Nepa Mill) à Nepanagar, estado de Madhya Pradesh, situada na estrada de ferro que liga Bombay à Nova Delhi a cerca de 500 km. à nordeste de Bombay. Antes da picagem, esta fábrica efetuava somente uma lavagem superficial nas hastes.

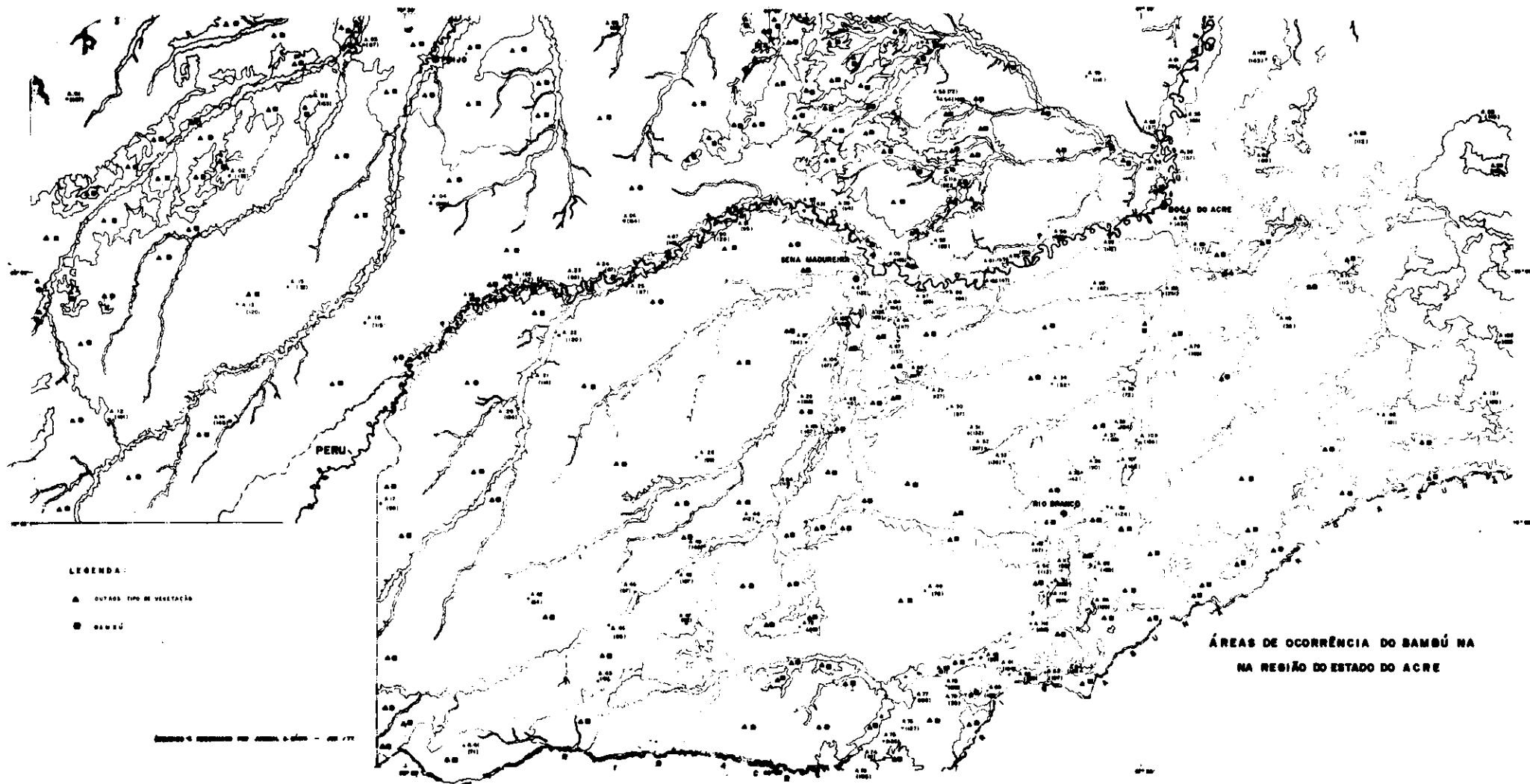
- "Bengal Paper Mill Co. Ltd." à Raniganj, distrito de Burdwan, Bengala Ocidental. Esta fábrica mergulha os cavacos em uma bacia, antes da picagem ao se depositarem em formas de escamas sobre os tubos dos evaporadores chegando a constituir cerca de 25%. Igualmente a sílica se depositava sobre os tubos da caldeira de recuperação e nas paredes do forno de cal em forma de lupa vitrificada, causando um baixo rendimento das instalações de recuperação e uma má qualidade do cal reciclado.

A solução encontrada pela indústria indiana para superar estes inconvenientes, foram de duas ordens:

- Não utilizando a lama de cal, eliminando assim uma parte da sílica;  
- Injetando nos evaporadores ao nível do 3º efeito uma solução de soda à 150 g/l de maneira a elevar o pH do licor. O pH entre 10,0 a 10,5 proporcionava o desaparecimento das escamas nos evaporadores.

### OBTENÇÃO DE PASTAS CELULÓSICAS DOS BAMBUS

Para obtenção das pastas celulósicas, os bambus foram transformados manualmente em cavacos



LEGENDA:  
 ▲ OUTROS TIPOS DE VEGETAÇÃO  
 ● BAMBÚ

ÁREAS DE OCORRÊNCIA DO BAMBÚ NA  
 NA REGIÃO DO ESTADO DO ACRE

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 KM

nas seguintes dimensões 7,0 x 0,6 x 0,4 cm e uma série de ensaios de fabricação foi realizada visando a obtenção de pasta química e pasta de alto rendimento.

### Obtenção de Pasta Química "Kraft"

Duas séries de cozimentos foram efetuadas pelo procedimento Soda/Enxofre (variante do processo "Kraft") a 155°C e a 170°C em cozinhador rotativo de 10 litros, aquecimento elétrico e 1 r.p.m.

As condições retidas para a efetivação dos cozimentos foram as seguintes:

Condições	170° C	155° C
Na OH/Mad. Seca	18 % 22 % 26 %	18 % 22 % 26 %
Enxofre/Mad. Seca	1,8 % 2,2 % 2,6 %	1,8 % 2,2 % 2,6 %
Diluição	3,3 : 1	3,3 : 1
Tempo à Temp. de P <sub>2</sub> tamar	120 min.	102 min.
Tempo na Temp. de P <sub>2</sub> tamar	90 min.	180 min.

As pastas obtidas dos cozimentos foram desintegradas logo após a defasagem em "Pulper" de laboratório "Allibe" (tendo-se antes retirado uma amostra do licor negro para a determinação do álcali residual), lavadas, depuradas em depurador Brecht Holl, (peneira 0,6 mm) e desaguada até uma consistência de 30% em centrifuga S.A. 30 AW 2, Rousset a 1500 r.p.m., determinando-se em seguida os rendimentos brutos e depurados, rejeitos sobre a madeira seca, alvura das pastas e índices de permanganatos.

Os resultados obtidos dos cozimentos "Tipo-kraft" do Bambu apresentamos na tabela nº III.

No ponto de vista prático estes resultados significam que os Bambus da Região do Acre não são difíceis de serem tratados pelo procedimento Soda/Enxofre. A um nível de 22% de NaOH/Madeira seca já se obtém pastas bem deslignificadas sem taxa de rejeito proibitivo.

Os N<sup>os</sup>. de KMnO<sub>4</sub> dos tratamentos a 170°C foram ligeiramente inferiores aos verificados para o tratamento a 155°C. Observa-se que a 18% de NaOH/Madeira seca, o índice de deslignificação apresenta-se baixo, caracterizando pastas relativamente "duras" para ambos os tratamentos.

Os rendimentos foram baixos quando comparados com os apresentados pelos Bambus africanos e

TABELA Nº II

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO BAMBÚ DA REGIÃO DO ACRE DA AMAZÔNIA

Sol. em Água Fria %	Sol. em Água Quente %	Sol. em NaOH 1% %	Sol. em Alcool-Benzol %	Lignina %	Pentosanas %	Celulose Bruta %	Celulose Corrigida %	Cinzas %
2,8	3,5	21,5	2,0	27,0	18,0	44,6	43,0	3,0

asiáticos, porém equivalentes aos verificados para o Bambusa vulgaris schrad (Doat, 1967; Tissot, 1970 e Azzini, 1976).

Entre os tratamentos, os rendimentos apresentados pelos cozimentos a 155°C com 3 horas de duração foram superiores aos da série 170°C com 1 hora e 30 minutos.

As percentagens de NaOH residual foram superiores nos cozimentos a 155°C e cresceram em ambos os tratamentos em função da quantidade de NaOH introduzido.

### Pasta Química à Soda

A mesma metodologia empregada para obtenção de pasta pelo processo tipo "kraft", foi aplicada para se conseguir pasta pelo tratamento à soda. Foram realizados dois ensaios de cocções com 2 horas de montagem e 1 hora e 30 mi-

TABELA Nº III

RESULTADOS DOS COZIMENTOS SODA/ENXOFRE DO BAMBÚ DA REGIÃO DO ACRE

NÚMERO DOS COZIMENTOS	PATAMAR	NaOH %	S %	ÍNDICE DE KMnO <sub>4</sub>	RENDIMENTO		NaOH g/l	"FOTÓGRAFIA" ALVURA DA PASTA
					BRUTO %	DEPURADO %		
300	1h 30' - 170°C	18	1,8	22	39,5	39,5	1,8	39
295		22	2,2	18	38,1	38,1	3,2	46
296		26	2,6	11	37,3	37,3	4,0	48
304	3h - 155°C	18	1,8	27	44,5	44,5	2,0	42
303		22	2,2	16	41,4	41,4	4,8	47
302		26	2,6	13	40,5	40,5	8,8	49

QUADRO Nº IV

POTENCIALIDADE DE UTILIZAÇÃO DA FLORESTA RENOVAVEL DOS BAMBÚS (8.500.000 ha)

ESPECIFICAÇÃO	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO t/DIA	ÁREA DE EXPLORAÇÃO NECESSÁRIA ha/ ANO	TEMPO DE SUPRIMENTO- ANO
Pasta química alvejada	100	50.000	85
	500	250.000	17
	1000	500.000	8
Pasta semi-química N.S.S.C.	100	46.000	92
	500	232.000	18
	1000	463.000	9
Pasta alcalina mecânico-química	100	41.000	103
	500	203.000	20
	1000	406.000	10

nutos de patamar a temperatura de 170° C.

Os resultados dos cozimentos à soda do Bambu podem ser vistos na Tabela nº IV.

As pastas químicas obtidas pelo processo à soda, são mais duras do que as produzidas pelo processo soda/enxofre.

Os rendimentos das pastas à soda se situaram na mesma escala dos apresentados pelas pastas Kraft, nas mesmas condições de tratamento.

As percentagens de NaOH residual foram superiores as verificadas nos tratamentos soda/enxofre, em decorrência da ação deslignificante do Na<sub>2</sub>S formado no decorrer da cocção Kraft.

Comparando os dois tratamentos, nota-se que com a exceção da alvura (as pastas à soda apresentam maior Photovolt), o processo à soda não apresenta vantagem significativa na obtenção de pasta química.

#### Alvejamentos das Pastas Químicas do Bambu

As pastas cruas obtidas dos cozimentos Soda/Enxofre e à Soda do Bambu foram alvejadas pelos processos C.E.H.H. e C.E.D.P.D.

Os resultados estão consignados nas tabelas nºs V, VI, VII e VIII.

Como se verifica, o maior consumo de reagentes para ambos os alvejamentos corresponderam para as pastas que apresentaram um índice de deslignificação mais

baixo, isto é, cujos nºs de KMnO<sub>4</sub> foram superiores a 19.

Comparando os consumos de reagentes observa-se que as pastas dos cozimentos à Soda demandaram uma maior percentagem de alvejantes tanto no procedimento C.E.H.H. como no C.E.D.P.D. Em contrapartida as pastas à Soda apresentaram melhores alvuras e maiores estabilidades para o processo C.E.D.P.D.

Analisando os resultados apresentados pelos tratamentos C.E.H.H. e C.E.D.P.D. verificou-se que tanto para as pastas provenientes dos cozimentos à Soda como as obtidas pelo processo Soda/Enxofre, o procedimento C.E.D.P.D. apresentou uma nítida

TABELA Nº V

RESULTADOS DOS ALVEJAMENTOS (Cl - NaOH - ClO<sub>2</sub> - ClO<sub>2</sub>) DAS PASTAS CRUAS DOS COZIMENTOS SODA/ENXOFRE DO BAMBÚ.

COZIMENTO Nº	CLORAÇÃO CLORO COM SUMIDO %	SODAÇÃO		1ª FASE: ClO <sub>2</sub>		2ª FASE: ClO <sub>2</sub>		"PHOTOVOLT" ALVURA DA PASTA	ESTABILIDADE DA ALVURA
		NaOH int. %	NaOH cons. %	Cloro int. %	Cloro cons. %	Cloro int. %	Cloro cons. %		
300	0,5	4,0	3,4	4,0	2,9	0,5	0,2	85	77
298	0,3	4,0	3,3	4,0	2,5	0,5	0,2	85	78
296	0,3	4,0	3,0	4,0	2,5	0,5	0,2	86	80
304	0,4	4,0	3,4	4,0	3,0	0,5	0,2	88	78
303	0,3	4,0	3,2	4,0	2,6	0,5	0,2	86	79
302	0,3	4,0	3,2	4,0	2,5	0,5	0,2	88	81

TABELA Nº VI

RESULTADOS DOS ALVEJAMENTOS (Cl - (NaOH-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) - Cl<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>- ClO<sub>2</sub>) DAS PASTAS CRUAS DOS COZIMENTOS SODA/ENXOFRE DO BAMBÚ.

COZIMENTO Nº	CLORAÇÃO CLORO CONSUMIDO %	SODAÇÃO OXIDANTE				3ª FASE: ClO <sub>2</sub>		4ª FASE: H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		5ª FASE: ClO <sub>2</sub>		"PHOTOVOLT" ALVURA DA PASTA	ESTABILIDADE DA ALVURA
		NaOH int. %	NaOH cons. %	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> int. %	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> cons. %	Cloro int. %	Cloro cons. %	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> int. %	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> cons. %	Cloro int. %	Cloro cons. %		
300	0,5	4,0	3,6	1,0	1,0	2,6	2,3	1,0	0,9	1,3	0,9	93	86
298	0,3	4,0	3,4	1,0	1,0	2,6	2,2	1,0	0,9	1,3	0,9	91	87
296	0,3	4,0	3,3	1,0	1,0	2,6	2,2	1,0	0,9	1,3	0,9	90	85
304	0,4	4,0	3,5	1,0	1,0	2,6	2,3	1,0	0,9	1,3	1,0	95	88
303	0,3	4,0	3,4	1,0	1,0	2,6	2,1	1,0	0,9	1,3	1,0	94	88
302	0,3	4,0	3,3	1,0	1,0	2,6	1,9	1,0	0,9	1,3	0,9	91	86



TABELA Nº VII

RESULTADOS DOS ALVEJAMENTOS (Cl-NaOH - ClO<sub>2</sub> - ClO<sub>2</sub>) DAS PASTAS CRUAS DOS COZIMENTOS À SODA DO BAMBÚ.

COZIMENTO Nº	CLORAÇÃO CLORO CONSUMIDO %	SODAÇÃO		1ª FASE: ClO <sub>2</sub>		2ª FASE: ClO <sub>2</sub>		"PHOTOVOLT" ALVURA DA PASTA	ESTABILIDADE DA ALVURA
		NaOH int. %	NaOH cons. %	Cloro int. %	Cloro cons. %	Cloro int. %	Cloro cons. %		
305	0,5	4,0	3,1	4,0	2,2	0,5	0,1	93	85
306	1,0	4,0	3,7	4,0	2,8	0,5	0,1	90	84

TABELA Nº VIII

RESULTADOS DOS ALVEJAMENTOS | Cl- (NaOH-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) - ClO<sub>2</sub> - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> - ClO<sub>2</sub> | DAS PASTAS CRUAS DOS COZIMENTOS À SODA DO BAMBÚ

COZIMENTO Nº	CLORAÇÃO Cloro consumido %	SODAÇÃO OXIDANTE				3ª FASE: ClO <sub>2</sub>		4ª FASE: H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		5ª FASE: ClO <sub>2</sub>		"PHOTOVOLT" ALVURA DA PASTA	ESTABILIDADE DA ALVURA
		NaOH int. %	NaOH cons. %	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> int. %	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> cons. %	Cloro int. %	Cloro cons. %	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> int. %	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> cons. %	Cloro int. %	Cloro cons. %		
305	1,7	4,0	3,8	1,0	1,0	2,6	2,3	1,0	0,9	1,3	1,0	95	89
306	3,6	4,0	3,7	1,0	1,0	2,6	2,3	1,0	0,9	1,3	1,1	93	89

vantagem sobre o tratamento C.E.H.H., em decorrência de serem os bióxidos de cloro e os peróxidos, reativos mais seletivos à lignina, proporcionando melhores ganhos em alvura e maiores estabilidades.

Pelos resultados observados, as pastas químicas obtidas do Bambu da região do Acre são factíveis de serem alvejadas pelos processos C.E.H.H. e C.E.D.P.D. e as alvuras apresentadas são comparáveis e algumas vêzes superiores aos das pastas branqueadas de folhosas e resinosas normalmente comercializadas no Brasil.

#### Refinos das Pastas Químicas

As pastas cruas dos cozimentos Soda/Enxofre foram refinadas em moinhos "Jokro", "Bauer" e "Holandesa". As pastas alvejadas provenientes do mesmo tratamento sofreram engrossamento nos equipamentos "Jokro" e "Bauer", enquanto que as pastas cruas e alvejadas do tratamento à Soda sofreram

a ação de refinagem em moinho "Bauer".

Metodologicamente as condições do refino tanto para as pastas cruas e alvejadas nos três equipamentos, assim foram conduzidas:

"Jokro" - 16 g. de pasta seca, levada a uma consistência de 6%, com cinco pontos de refino, dos quais o primeiro o ponto zero (pasta bruta), cobrindo uma escala de "SR", que foi de 11º SR até 63º SR.

"Bauer" - 16 g. de pasta seca, a uma concentração de 0,2% submetidas a uma potência de refino de 3,72 KW com circulação forçada e área de contacto de 38 divisões no equipamento. Foram realizadas passagens sucessivas (o máximo três), até atingir o grau de engrossamento desejado.

"Holandesa" - 200 g. de pasta seca com uma consistência de 1%. A massa foi inicialmente desintegrada no próprio equipamento

(operação realizada com os discos separados) por 30 minutos, adicionando-se em seguida a carga correspondente a 7,735g, unindo-se em seguida os discos. Quatro pontos de refino foram obtidos por período de 35 minutos.

Como se observa pelos gráficos de nºs. I, II, III, IV, V, VI, VII e VIII as pastas químicas dos Bambus da região do Acre refinam-se sem dificuldades.

As pastas cruas dos cozimentos Soda/Enxofre são mais gordas, apresentando uma maior facilidade de serem refinadas.

Comparando o tempo de refino gasto pelas pastas cruas provenientes dos cozimentos Soda/Enxofre a 155° C e a 170° C em relação ao percentual de NaOH/Madeira seca introduzido, verificou-se que as pastas fabricadas com o menor percentual de álcali demandaram um menor tempo para atingir um grau de engorda superior a 45º SR.

Esta ocorrência que poderia constituir uma anomalia, está talvez relacionada com o teor remanescente de hemiceluloses, que nas pastas fabricadas com um percentual menor de álcali, poderia ser superior aos das pastas obtidas com quantidades maiores de NaOH/Madeira seca. Esta hipótese é confirmada no refino das pastas alvejadas cujos graus de engorda foram conseguidos para as pastas cruas fabricadas com maiores proporções de reagentes. Considerando a ação dos agentes químicos dos alvejamentos os quais não somente atacaram as hemiceluloses restantes nas pastas cruas obtidas

BAMBÚ-SODA / ENXÔFRE - 155° C  
MOAGEM NA "HOLANDESA"  
PASTA CRUA

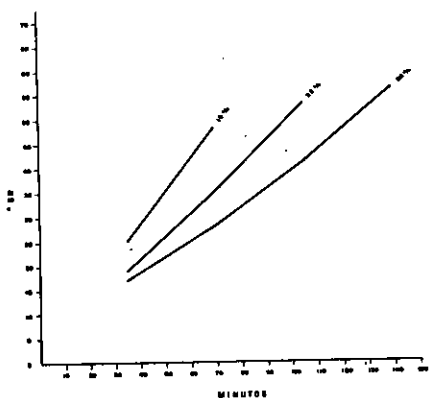


FIGURA - 1

BAMBÚ - SODA / ENXÔFRE - 155° C  
MOAGEM NO "JOKRO"  
PASTA CRUA

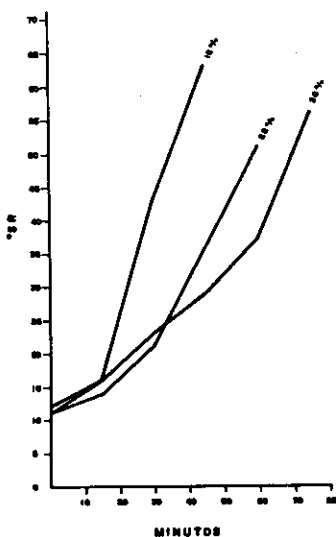


FIGURA - 2

BAMBÚ - SODA / ENXÔFRE - 170° C  
MOAGEM NA "HOLANDESA"  
PASTA CRUA

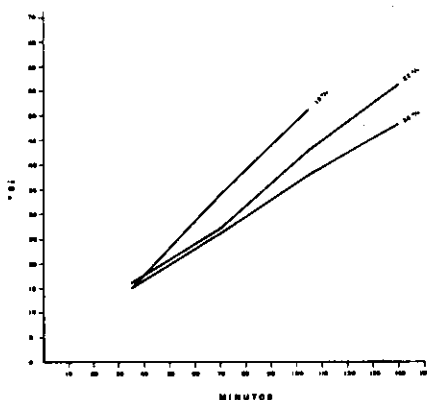


FIGURA - 3

ao nível de 18% de NaOH, como também causaram efeitos degradativos maiores nas cadeias celulósicas das pastas cruas conseguidas com maiores teores de álcali, tornando as pastas fabricadas aos níveis de 22% e 26% de NaOH mais aptas a ação dos refinos.

#### Características Mecânicas das Pastas Químicas do Bambu

Das pastas cruas e alvejadas refinadas, obteve-se folhas-de-ensaio em formador Rapid Khöten, com gramatura aproximada de 65 g/m<sup>2</sup>.

BAMBÚ - SODA / ENXÔFRE - 170° C  
MOAGEM NO "JOKRO"  
PASTA CRUA

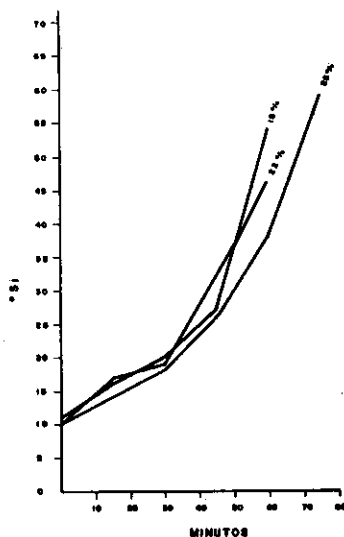


FIGURA - 4

BAMBÚ - SODA / ENXÔFRE - 170° C  
MOAGEM NO "JOKRO"  
PASTAS ALVEJADAS

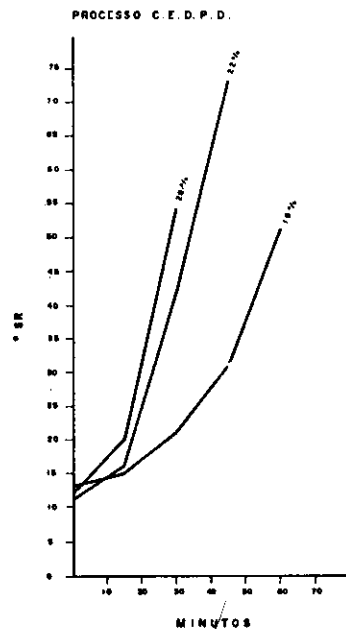


FIGURA - 5

Acondicionou-se essas amostras em sala climatizada com  $650 \pm 5$  U.R. e  $22 \pm 2^\circ$  C por um tempo de 12 horas e realizou-se os testes de resistências, obedecendo os padrões das normas da A B C P (Associação Técnica Brasileira de Celulose

B BAMBÚ - SODA / ENXÔFRE - 170° C  
MOAGEM NO "JOKRO"  
PASTAS ALVEJADAS

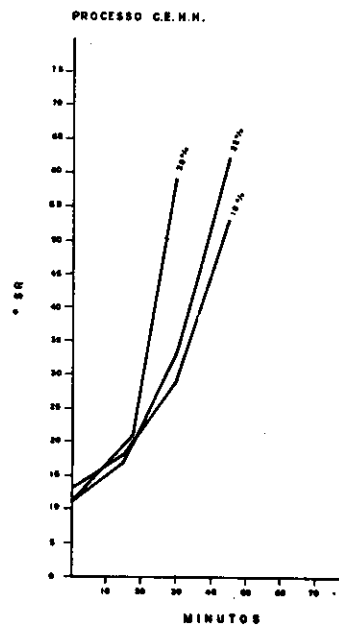


FIGURA - 6

PROCESSO C.E.D.P.O.

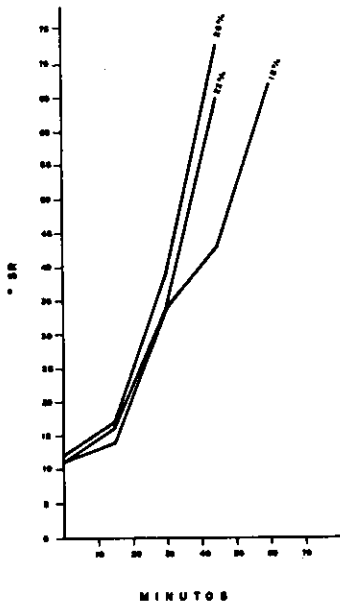


FIGURA - 7

PROCESSO C.E.H.H.

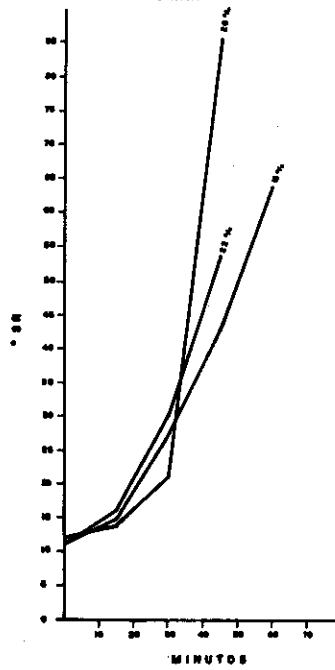


FIGURA - 8

as características mecânicas dos papéis.

No que diz respeito aos percentuais de álcali, as resistências das pastas decresceram, da menor para a maior quantidade de NaOH introduzido, o que é normal em razão das características do ataque com maior quantidade de NaOH causarem freqüentemente uma maior degradação da celulose.

Em que concerne os alvejamentos, as pastas alvejadas em cinco fases forneceram papéis que apresentaram uma nítida vantagem em comparação aos das pastas branqueadas com o hipoclorito, por serem os agentes químicos, bióxido de cloro e peróxidos, mais seletivos e atacarem a celulose com menor intensidade do que normalmente o observado no alveijamento C.E.H.H.

A análise das características mecânicas dos papéis refinados entre os equipamentos, evidencia que as pastas engrossadas nos moinhos "Bauer" e "Jokro" apresentaram resistências superiores aos das pastas refinadas no moinho "Holandeza" e entre múltiplos fatores que influenciaram nesta ocorrência devem ser levados em consideração a velocidade de refino e o ângulo de corte (BRECHT, 1967).

Em relação aos processos de fabricação, as resistências das pastas cruas obtidas pelo processo à Soda são mais fracas do que as conseguidas pelo processo Soda/Enxofre. Esta diferença também foi observada para as pastas alvejadas (Ver Quadro nº III).

e Papel), TAPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industry) e A.F.N.O.R. (Association Française de Normalisation).

Os resultados obtidos são demonstrados nas tabelas nºs. IX, X, XI e XII.

As características mecânicas das pastas cruas e alvejadas dos Bambus da Região do Acre no que diz respeito a auto-ruptura e estouro se equivalem aos das pastas das folhosas. Entretanto, as resistências ao rasgo são semelhantes e algumas vezes superiores aos dos resinosos. Em relação às dobraduras os valores apresentados estão na mesma escala dos encontrados nas essências de fibra curta, sendo no entanto, inferior aos das madeiras de fibra longa.

Os papéis dos Bambus são porosos e esponjosos e apresentam uma transparência nublada; para certas fabricações são necessários visarem um refino de pasta com aparelhos que forneçam os cortes de fibras ou em misturas com pastas de fibras curtas. As pastas de Bambus constituem então, um complemento propício às pastas de folhosas ou de palhas.

Considerando os parâmetros de fabricação, observa-se que os papéis provenientes das cocções a 155° C com 3 horas de patamar,

apresentaram as suas resistências moderadamente superiores aos verificados para os cozimentos a 170° C, significando que se poderá rebaixar de alguns pontos a temperatura de cocção rápida sem afetar

TABELA Nº IX

CARACTERÍSTICAS DAS PASTAS CRUAS DOS COZIMENTOS SODA/ENXÔFRE DO BAMBÚ DA REGIÃO DO ACRE, RESULTADOS INTERPOLADOS A UM GRÁU DE 45° DE MOAGEM NA HOLANDEZA, NO JOKRO E NO BAUER.

EQUIPAMENTO	COZIMENTO Nº	ALTO-RUPÇÃO "	RASGO g por 100g/m <sup>2</sup>	ESTOURO Kg/cm <sup>2</sup> 100g/m <sup>2</sup>	DOBRAS DUPLAS Nº	POROSIDADE %g/100c.c.	LISEIRA %g/50c.c.	MACIEZ %g/100c.c.	ALONGAMENTO %
HOLANDEZA	300	4.098	48	0,6	4,0	33	18	24	1,4
	298	2.706	42	0,0	3,0	7	27	37	1,2
	296	2.550	36	0,0	2,0	10	27	36	1,2
	304	4.275	57	0,7	6,0	36	24	35	1,3
	303	4.322	57	0,9	5,0	63	26	35	1,6
	302	3.935	40	0,7	4,0	53	38	35	1,0
JOKRO	300	5.297	162	4,0	74,0	9	23	33	2,5
	298	5.656	132	3,0	29,0	9	26	37	2,1
	296	5.553	115	2,0	18,0	6	30	34	2,0
	304	5.814	125	4,0	90,0	9	30	36	2,3
	303	5.091	161	3,5	96,0	52	23	37	2,7
	302	6.238	113	3,2	43,0	15	30	33	2,0
BAUER	300	5.613	160	3,1	216,0	16	20	43	2,0
	298	4.952	149	2,4	55,0	25	20	43	1,5
	296	5.196	118	2,5	40,0	21	24	37	1,2
	304	6.732	158	3,0	147,0	19	18	40	1,5
	303	5.382	154	3,0	143,0	54	23	43	2,0
	302	5.728	140	3,0	40,0	13	13	38	1,4

QUADRO Nº III

QUADRO COMPARATIVO DAS CARACTERÍSTICAS DE RESISTÊNCIAS DAS PASTAS CRUAS E ALVEJADAS DOS PROCESSOS SODA/ENXÔFRE E A SODA REFINADAS EM MOINHO BAUER.

PASTAS CRUAS

PROCESSO	COZIMENTO Nº	AUTO-RUPTURA m	RASGO g por 100g/m <sup>2</sup>	ESTOURO Kg/cm <sup>2</sup> por 100g/m <sup>2</sup>	DOBRAS DUPLAS Nº	POROSIDADE Seg/100c.c.	LISURA Seg/50c.c.	MACIEZ Seg/100c.c.	ALONGAMENTO %
SODA 22%-170°C	305	4.308	141	2,0	41,0	9	14	47	1,0
SODA/ENXÔFRE 22%-170°C	298	4.952	149	2,4	55,0	25	20	43	1,5
SODA/ENXÔFRE 22%-155°C	303	5.382	154	3,0	143,0	54	23	43	2,0

PASTAS ALVEJADAS

PROCESSO	COZIMENTO Nº	TIPO DE ALVEJAMENTO	AUTO-RUPTURA m	RASGO g por 100g/m <sup>2</sup>	ESTOURO Kg/cm <sup>2</sup>	DOBRAS DUPLAS Nº	POROSIDADE Seg/100c.c.	LISURA Seg/50c.c.	MACIEZ Seg/100c.c.	ALONGAMENTO %
SODA 22%-170°C	305	CEHH	1.719	34	0,0	1,0	MUITO POROSO	15	34	0,6
		CEDPD	1.610	40	0,0	1,0	2	18	39	1,0
SODA ENXÔFRE 22%-170°C	298	CEHH	3.796	87	1,5	6,0	35	20	44	1,5
		CEDPD	4.578	62	1,2	5,0	11	22	37	1,3
SODA/ENXÔFRE 22%-155°C	303	CEHH	3.872	91	1,4	7,0	17	15	40	1,2
		CEDPD	4.380	83	2,0	6,0	29	16	32	1,0

TABELA Nº X

CARACTERÍSTICAS DAS PASTAS CRUAS DOS COZIMENTOS À SODA DO BAMBÚ DA REGIÃO DO ACRE, RESULTADOS INTERPOLADOS A 45 °SR - MOAGEM NO BAUER.

EQUIPAMENTO	COZIMENTO Nº	AUTO-RUPTURA m	RASGO g por 100g/m <sup>2</sup>	ESTOURO Kg/cm <sup>2</sup> por 100g/m <sup>2</sup>	DOBRAS-DUPLAS Nº	POROSIDADE Seg/100c.c.	LISURA Seg/50c.c.	MACIEZ Seg/100c.c.	ALONGAMENTO %
BAUER	305	4.308	141	2,0	41,0	9	14	47	1,0
	306	4.645	145	1,4	43,0	5	13	38	1,0

**OBTENÇÃO DE PASTAS DE ALTO RENDIMENTO DO BAMBÚ**

As amostras do Bambu da região do Acre foram tratadas pelos procedimentos Semi-Químico e Mecano-químico, visando a obtenção de pastas de alto rendimento.

**Pasta Semi-Química do Bambu**

O processo utilizado para o ensaio de fabricação desta categoria

de pasta foi o N.S.S.C. e as seguintes condições de tratamentos foram estabelecidas:

Os resultados dos cozimentos N.S.S.C. são mostrados na Tabela nº XIII.

COZIMENTO Nº	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> %	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> %	Patamar in intermediário	Patamar dg definitivo	Diluição
307	24	8	1 h -110°C	3h-165°C	4,5: 1
308	18	6			

TABELA Nº XI

CARACTERÍSTICAS DAS PASTAS ALVEJADAS DOS COZIMENTOS SODA/ENXOFRE DO BAMBÚ, DA REGIÃO DO ACRE RESULTADOS INTERPOLADOS A 45º SR - MOAGEM NO JOIRO E BAUER.

EQUIPAMENTO	COZIMENTO Nº	PROCESSO DE ALVEJAMENTO	AUTO-RUPTURA m	RASGO g por 100g/m <sup>2</sup>	ESTOURO Kg/cm <sup>2</sup> 100g/m <sup>2</sup>	DOBRAS-DUPLAS Nº	POROSIDADE Seg/100c.c.	LISURA Seg/50c.c.	MACIEZ Seg/100c.c.	ALONGAMENTO %
JOIRO	300	CEHH	4.807	102	2,5	13,0	4	19	33	2,0
		CEDPD	6.129	122	3,2	35,0	7	22	35	2,0
	298	CEHH	3.830	69	1,0	4,0	8	26	33	1,5
		CEDPD	3.613	51	0,7	3,0	28	25	33	1,6
	296	CEHH	2.840	39	0,0	2,0	6	28	36	0,6
		CEDPD	2.313	35	0,0	2,0	4	35	36	0,6
	304	CEHH	5.168	80	2,0	9,0	9	24	34	2,0
		CEDPD	5.928	86	3,0	18,0	15	28	35	2,0
	303	CEHH	3.498	57	1,0	3,0	10	25	35	1,2
		CEDPD	4.273	55	1,3	5,0	72	33	33	2,0
	302	CEHH	3.960	99	1,3	6,0	219	39	31	2,0
		CEDPD	3.922	53	1,0	3,0	32	37	32	1,0
BAUER	300	CEHH	5.392	102	2,0	15,0	22	20	35	1,3
		CEDPD	5.562	126	3,0	42,0	44	16	33	1,5
	298	CEHH	3.796	87	1,5	6,0	35	20	44	1,5
		CEDPD	4.578	62	1,2	5,0	11	22	37	1,3
	296	CEHH	4.604	70	1,3	3,0	6	25	36	1,0
		CEDPD	4.352	97	1,1	3,0	48	22	34	1,3
	304	CEHH	4.454	93	1,5	11,0	16	18	34	1,2
		CEDPD	5.055	96	2,3	21,0	18	18	34	1,4
	303	CEHH	3.872	91	1,4	7,0	17	15	40	1,2
		CEDPD	4.380	83	2,0	6,0	29	16	32	1,0
	302	CEHH	4.832	90	2,0	4,0	10	18	37	1,2
		CEDPD	5.452	75	2,0	8,0	29	20	39	1,3

TABELA Nº XII

CARACTERÍSTICAS DAS PASTAS ALVEJADAS DOS COZIMENTOS À SODA DO BAMBÚ DA REGIÃO DO ACRE, RESULTADOS INTERPOLADOS A 45 ºSR - MOAGEM DO BAUER.

EQUIPAMENTO	COZIMENTO	PROCESSO DE ALVEJAMENTO	AUTO-RUPTURA m	RASGO g por 100g/m <sup>2</sup>	ESTOURO Kg/cm <sup>2</sup> 100g/m <sup>2</sup>	DOBRAS-DUPLAS Nº	POROSIDADE Seg/100c.c.	LISURA Seg/50c.c.	MACIEZ Seg/100c.c.	ALONGAMENTO %
BAUER	305	CEHH	1.719	34	0,0	1,0	MUITO POROSO	15	34	0,6
		CEDPD	1.610	40	0,0	1,0	1,4	18	39	1,0
	306	CEHH	2.754	75	0,0	2,0	4,0	21	38	1,2
		CEDPD	5.422	162	2,5	132,0	6,0	19	33	2,0

Os Bambus estudados são facilmente tratados pelo procedimento ao sulfito neutro e apresentaram seu índice de deslignificação alto, com um Nº de KMnO4 com resultados muito baixos para este tipo de cocção.

Ao contrário do que se observa com as madeiras cujas pastas obtidas por este procedimento ainda se apresenta bastante lignificada, necessitando para sua utilização de um tratamento mecânico complementar. As pastas dos Bambus do

Acre mostraram-se bem deslignificadas e no conjunto suas características se relacionam mais como pastas químicas do que pastas semi-químicas. As pastas são claras e em relação ao rendimento e dureza são semelhantes aos das pastas químicas Soda/Enxofre. As quantidades de SO2 livre e combinado nas lixívia residuais não chegam a ser relevantes, que tornem as condições retidas proibitivas para o tratamento em termos de realização industrial.

#### Clareamento das Pastas Semi-Químicas do Bambu.

As pastas cruas obtidas dos cozimentos ao sulfito neutro foram submetidas a um processo de clareamento com H2O2 (peróxido de hidrogênio) usualmente aplicado para as pastas de alto rendimento com percentuais ascendentes, a fim de se analisar o comportamento evoluído das alvuras frente a este clareante.

Os resultados dos clareamentos das pastas Semi-Químicas são vistos na Tabela Nº XIV.

TABELA Nº XIII

RESULTADOS DOS COZIMENTOS MONOSULFITE ( $SO_3Na_2 - CO_3Na_2$ ) DO BAMBU DA REGIÃO DO ACRE.

Nº DOS COZIMENTOS	PATAMAR	SO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> %	CO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> %	RENDIMENTO		SO <sub>2</sub>		"PHOTOVOLT" ALVURA DA PASTA	ÍNDICE DE KMnO <sub>4</sub> (40 cc)
				BRUTO %	DEPURADO %	LIVRE g	COMBINADO g		
307	3h-165°C	24	8	44	43	0,035	0,028	55	19
308		18	6	42	41	0,029	0,011	49	24

TABELA Nº XIV

RESULTADOS DOS CLAREAMENTOS ( $H_2O_2$ ) DAS PASTAS CRUAS DOS COZIMENTOS MONOSULFITE DO BAMBU DA REGIÃO DO ACRE.

Nº DOS COZIMENTOS	1º Ensaio: H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>			2º Ensaio: H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>			3º Ensaio: H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> int. %	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> cons. %	"Photovolt" Alvura da pasta	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> int. %	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> cons. %	"Photovolt" Alvura da pasta	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> int. %	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> cons. %	"Photovolt" Alvura da pasta
307	2,0	2,0	57	5,0	5,0	62	10,0	10,0	68
308	2,0	2,0	49	5,0	5,0	53	10,0	10,0	57

TABELA Nº XV

CARACTERÍSTICAS DAS PASTAS CRUAS DOS COZIMENTOS MONOSULFITE DO BAMBU, DA REGIÃO DO ACRE RESULTADOS INTERPOLADOS A 45 °SR - MOAGEM NO BAUER.

EQUIPAMENTO	Nº DOS COZIMENTOS	AUTO-RUP- TURA m	RASGO g por 100g/m <sup>2</sup>	ESTOURO Kg/cm <sup>2</sup> 100g/m <sup>2</sup>	DOBRAS- DUPLAS Nº	POROSIDADE Seg/100cc.	LISURA Seg/50cc.	NACIEZ Seg/100cc.	ALONGA- MENTO %
BAUER	307	5,011	127	1,6	72,0	18	9	30	1,0
	308	4,602	132	1,6	23,0	8	14	34	1,0

TABELA Nº XVI

CARACTERÍSTICAS DAS PASTAS CLAREADAS (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) DOS COZIMENTOS MONOSULFITE DO BAMBU DA REGIÃO DO ACRE, RESULTADOS INTERPOLADOS A 45 °SR - MOAGEM NO BAUER.

EQUIPAMENTO	Nº DOS COZIMENTOS	PROCESSO DE CLAREAMENTO	AUTO-RUP- TURA m	RASGO g por 100g/m <sup>2</sup>	ESTOURO Kg/cm <sup>2</sup> 100g/m <sup>2</sup>	DOBRAS- DUPLAS Nº	POROSIDADE Seg/100cc.	LISURA Seg/50cc.	NACIEZ Seg/100cc.	ALONGA- MENTO %
BAUER	307	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	4,404	109	2,0	21,0	6	12	30	1,7
	308		4,852	106	2,0	27,0	14	12	27	1,5

purados, rejeitos sobre a madeira seca, alvura das pastas e índices de KMnO<sub>4</sub>. Os resultados dos cozimentos Mecano-químico do Bambu estão indicados na Tabela Nº XVII.

Os resultados obtidos mostraram que é possível se obter dos Bambus do Acre pastas Mecano-químicas por cocções alcalinas a baixa temperatura.

Analisando os parâmetros retidos em relação aos resultados apresentados, as seguintes considerações poderão ser feitas:

— No que diz respeito a percentagem de reagente introduzido, aquele que evidenciou ser mais aconselhável para obtenção desta categoria de pasta foi o cozimento efetuado a um nível de 18% de NaOH por fornecer pastas com ca-

Como era esperado, a pasta proveniente do cozimento com maior percentagem de reagente ofereceu uma maior facilidade de clareamento e ao nível de 5% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> apresentou um Photovolt satisfatório ao contrário da pasta obtida com 18% N<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> e 6% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> cuja alvura apresentada no nível mais alto de clareante pode ser considerada como medíocre.

#### Características Mecânicas das Pastas Semi-Químicas do Bambu.

As pastas cruas e clareadas foram refinadas em moinho "Bauer", com a mesma metodologia aplicada para as pastas químicas, até atingir um grau de engorda desejado.

Os resultados dos ensaios das pastas cruas e clareadas são vistos nas Tabelas Nºs. XV e XVI.

As resistências mecânicas das pastas cruas e clareadas são razoáveis, mas inferiores às apresentadas pelas pastas químicas.

Entre os tratamentos, observa-se que as resistências dos papéis obtidos das pastas fabricadas com menor percentagem de reagentes foram melhores, tendo como único inconveniente de apresentar uma porosidade um tanto elevada, mas que não chega a ser um problema significativo na utilização dos papéis.

#### Pastas Alcalinas Mecano-química do Bambu

Procedeu-se com as amostras do Bambu da região do Acre ensaios de fabricação de pasta de alto rendimento por cocções alcalinas a baixa temperatura seguido de uma passagem em desfibrador.

Três séries de cozimentos foram efetuados pelo método Soda/Enxofre. As quantidades de álcalis introduzidos variaram de 18% à 26%. Os estudos foram realizados com três diferentes temperaturas: à 100 °C, 125 °C e 135 °C, com o tempo na temperatura de patamar variando de 3 à 9 horas, em um cozinhador rotativo de 10 litros, aquecimento elétrico e 1 rpm.

Logo após o término dos cozimentos foram retiradas uma pequena quantidade de lixívia para a determinação de NaOH residual. Em seguida os cavacos ainda impregnados foram lavados e encaminhados para o desfibrador Sprout Waldron Mod. D2-202, potência de desfibragem de 40 C.V., disco nº 17.804, com afastamento dos discos na ordem de cinco unidades de polegadas, para a obtenção de pastas. Os demais procedimentos foram idênticos aos efetuados para as pastas químicas para a determinação dos rendimentos brutos e de-

RESULTADOS DOS COZIMENTOS MECANO-QUÍMICO DO BAMBU DA REGIÃO DO ACRE

COZIMENTO Nº	TEMPERATURA	NaOH %	S %	ÍNDICE DE KMO <sub>4</sub>	RENDIMENTO		NaOH g/l	"PROTOWOL" (ALVURA DA PASTA)
					BRUTO %	DEPURADO %		
317	3h-135°C	26	2,6	26	40	40	18,0	52
318	5h-125°C	26	2,6	28	42	42	17,0	53
319	9h-100°C	26	2,6	29	48	48	14,0	49
320	3h-100°C	22	2,2	30	50	50	10,0	50
321	3h-100°C	18	1,8	39	55	59	6,0	49

racterísticas nitidamente mecano-químicas (alto rendimento e baixo grau de deslignificação). Os ensaios efetuados nos demais níveis de NaOH apresentaram pastas de característica química com durezas elevadas.

— A temperatura mais adequada para o tratamento se situou ao nível de 100°C em razão de propiciar maiores acréscimos nos rendimentos e dá a celulose fabricada propriedades inerentes às pastas de alto rendimento.

— Pelos resultados apresentados nos diferentes tratamentos, pode-se concluir como aconselhável para a fabricação de pastas mecanoquímicas dos Bambus as condições de tratamento retidas para o cozimento de nº 321, o que em termos de realização industrial é uma vantagem, não somente pela rapidez do ciclo de cocção, como também por um menor dispêndio de calor.

— As pastas mecanoquímicas do Bambu obtidas são susceptíveis de serem alvejadas por processo clássico (C.E.H.H.) ou em cinco fases (C.E.D.P.D.), porém a quantidade de cloro seria muito importante, o que torna proibitivo os seus empregos. Um simples clareamento com o hipoclorito poderia ser sugerido, porém o dispêndio de reativos seria ainda muito elevado.

É importante observar a possibilidade da cocção do Bambu a 100°C e pressão atmosférica que é tecnologicamente vantajosa, uma vez que existem poucas matérias-primas fibrosas capazes de fornecerem, com condições bastantes simples pastas com qualidades satisfatórias. Esta possibilidade de cocção sem pressão, representa uma vantagem para as regiões como a Amazônia, onde se poderia implantar pequenas unidades integradas de pasta e papel, utilizando este procedimento de fabricação para a obtenção de papéis de embalagens.

### Características das Pastas Cruas do Tratamento Mecanoquímico

As pastas cruas obtidas pelo procedimento Mecanoquímico foram refinadas em moinho "Bauer" a um grau de engorda superior a 45° SR.

Para a efetivação dos ensaios físico-mecânicos, procedeu-se de maneira análoga aos executados para as pastas químicas e semi-químicas. Os resultados estão consignados na tabela nº XVIII.

Como se pode observar, as pastas cruas da amostra dos Bambus do Acre, fabricadas pelo procedimento Mecanoquímico fornece-

ram papéis, cujas resistências variaram de uma maneira geral em sentido inverso aos rendimentos, com exceção do fator rasgo que teve resistências variando no mesmo sentido, com valores crescentes acima de 100, credenciando esta matéria-prima pode ser utilizada na fabricação de papéis de embalagem, que exijam alta resistência nesta característica.

### FABRICAÇÃO DE PASTA MECÂNICA

Para o estudo de pasta mecânica, as hastes do Bambu foram transformadas em cavacos de palitos, obtendo-se cerca de 200 g de material por ensaio realizado. Em seguida os cavacos foram submersos em água por um período de 12 horas e submetidos a teste de fabricação em desfibrador Sprout Waldron, Mod. D2-202, potência de desfibragem de 40 CV, disco nº 17.804. Inicialmente o equipamento operou com os discos afastados de 30 unidades de polegadas para se obter a madeira parcialmente triturada.

Posteriormente, na obtenção das pastas o afastamento dos discos foi da ordem de 5 unidades de polegadas. Com o mesmo afastamento procedeu-se o refino da pasta a

TABELA Nº XVIII

CARACTERÍSTICAS DAS PASTAS CRUAS DOS COZIMENTOS MECANO-QUÍMICO DO BAMBU DA REGIÃO DO ACRE. RESULTADOS INTERPOLADOS

A 45° SR - MOAGEM NO BAUER.

EQUIPAMENTO	Nº DOS COZIMENTOS	AUTO-RUPTURA n	RASGO g por 100g/n <sup>2</sup>	ESTOURO Kg/cm <sup>2</sup> 100g/n <sup>2</sup>	DOBRAS-INTPLAS Nº	FORSIDADE Seg/100cc	LIBURA Seg/50cc	MAGIE Seg/100cc	ALONGAMENTO %
BAUER	317	5.802	117	2,1	69,0	22	16	35	1,2
	318	5.458	122	3,0	65,0	87	14	34	1,7
	319	5.530	142	2,0	75,0	66	16	33	1,3
	320	5.265	160	2,4	73,0	8	14	41	1,6
	321	4.960	180	1,5	42,0	8	9	34	1,4

TABELA Nº XIX

CARACTERÍSTICA DA PASTA MECÂNICA DO BAMBU DA REGIÃO DO ACRE A 80° SR.

ESSENCIA	AUTO RUPTURA n	RASGO g por 100g/n <sup>2</sup>	ESTOURO Kg/cm <sup>2</sup> 100g/n <sup>2</sup>	DOBRAS-INTPLAS Nº	FORSIDADE Seg/100cc	LIBURA Seg/50cc	MAGIE Seg/100cc	ALONGAMENTO %	PROTOWOL ALVURA DA PASTA
BAMBU (ESSENCIA VERDE)	1.044	23	0,0	0,0	2	5	41	0,3	55

POTENCIALIDADE DE UTILIZAÇÃO DA FLORESTA MONOVEGETAL DOS BAMBUS (8.500.000 ha)

ESPECIFICAÇÃO	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO t/DIA	ÁREA DE EXPLORAÇÃO NECESSÁRIA ha/ ANO	TEMPO DE SUPRIMENTO- ANO
Pasta química alvejada	100	50.000	85
	500	250.000	17
	1000	500.000	8
Pasta semi-química N.S.S.C.	100	46.000	92
	500	232.000	18
	1000	463.000	9
Pasta alcalina mecânico-química	100	41.000	103
	500	203.000	20
	1000	406.000	10

uma consistência de 2,5%, com passagem sucessiva até a obtenção de um  $\eta_{SR}$  superior a 50. Obteve-se folhas-de-ensaio com gramatura aproximada de 100 g/m<sup>2</sup> para avaliação das características mecânicas.

Os resultados estão na Tabela Nº XIX.

Como se verifica, com exceção do fator rasgo, cuja resistência apresentou a nível razoável, as demais podem ser consideradas medíocres, quando comparadas com as madeiras tradicionalmente utilizadas na obtenção de pasta triturada. Se eventualmente os Bambus do Estado do Acre vierem a ser utilizados na obtenção de pasta mecânica, haverá necessidade de se incorporar à pasta fabricada uma percentagem de celulose de fibra longa, de coníferas, para melhorar as suas características mecânicas.

**POTENCIALIDADE DE UTILIZAÇÃO DOS BAMBUS**

Considerando os ensaios realizados e sabendo-se que uma área aproximada de 4.250.000 ha, poderia ser constituída essencialmente de Bambus, em decorrência da associação desta gramínea com a floresta tropical variar de 20% à 80%, para um total de 8.500.000 ha, calculou-se a potencialidade de utilização desta matéria-prima, simulando unidade de produção que venham a produzir pasta química alvejada, pastas semi-químicas ou pastas mecanoquímicas com capacidade de produção hipotética 100, 500 e 1.000 toneladas/dia.

Para efetivação dos cálculos, levou-se em consideração os seguintes fatores:

- a) Rendimento: 40% para as pastas químicas alvejadas, 42% para as pastas semi-químicas N.S.S.C. e 48% para as pastas alcalinas mecanoquímicas.
- b) Dias de fabricação: 350.
- c) Rendimento do Bambu (hectare). hectare). Tomou-se a média da indústria indiana 1,8 hectare (Tissot, 1970).

Os resultados dos cálculos são mostrados no Quadro nº IV.

Como se observa, a floresta monovegetal dos Bambus do Acre tem condições de explotabilidade para assegurar o suprimento de futuras fábricas de pastas que venham localizar-se nessa região.

**CONCLUSÃO**

Considerando o potencial da área coberta e os resultados dos ensaios realizados, pode-se concluir que os Bambus do Acre são factíveis de serem utilizados na fabricação de pasta a papel, especialmente em unidades de produção

que venham utilizar esta matéria prima na obtenção de pasta de alto rendimento, destinado a manufatura de papéis de embalagens, constituindo assim fonte de atração para investimento naquela região.

**SUMMARY**

Sample from Bamboo of the Acre Region were studied from the pulp and paper stand point. In this paper to show up short informations about the geographical distribution of this gramineous plant and its utilization in the pulp and paper principally in the asiatic mainland. General characteristics about soil and relief its are following to make evident. The vvaluations about the density, classification and micro-metry of the fiber, qualities of the chemical, semichemical, chemical and mechanical pulps, as well as, the results of the bleaching, semibleaching and the rough calculation of the potential utilization its are showed. It follows that Acre's Bamboos are feasible to making pulp and paper, principally in the manufacture of the paper-board.

**BIBLIOGRAFIA CITADA ASSOCIAÇÃO PAULISTA DOS FABRICANTES DE PAPEL E CELULOSE.**

1975 - Relatório Estatístico (Mimiografado) 1-186. AZZINI, A.

1976 - Influência das dimensões dos cavacos de Bambusa vulgaris schrad no rendimento, percentagem de rejeitos, número kappa e alvura da celulose obtida pelo processo sulfato.

O Papel, São Paulo, 37:125-137, dezembro. BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. PROJETO RADAM.

1976 - Levantamento de Recursos Naturais. V. -10-Folha S.A 21-Santarém, Geologia, Geomorfologia.

Vegetação Uso Potencial da Terra. Rio de Janeiro. p. 29. BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA.

1977 - PROJETO RADAM (Mimiografado). BRECHT, W.

1967 - A method for comparative evolution of bar equipped beating devices. TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Atlanta, 50 (8): 40 A - 44 A. CORRÊA, A.A., LUZ, C.N.R.

1976 - Essência Papeleira de Reflorestamento II - O Pinus caribeeae (variedade hondurensis) introduzido na Amazônia.

Actas Amazônica, Manaus, 6 (1): 75-98.

DOAT, J.

1967 - Les Bamboos, Source Eventuelle de cellulose pour L'Afrique.

Bois et Forêt des Tropiques, Nogent-sur-Marne, (113): 41-59.

HUBERMAN, M.A.

1959 - La Silvicultura del Bambu. Unasylya, Roma, 13 (1): 36-43.

LE COINTE, P.

1947 - Amazônia Brasileira. III. Árvores e Plantas Úteis (indígenas e aclimatadas), nomes vernáculos e nomes vulgares.

Classificação botânica, habitat, principais aplicações e propriedades. 2ª ed. São Paulo, Companhia Editora Nacional. p. 443, 444, 455.

MAZZEI, F.M., OVERBECK, W.

1966 - Investigação da influência da idade nos característicos físicos e químicos do lenho e das plantas celulósicas de Eucalyptus saligna. Publicação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, (758): 1-29.

MAZZEI, F.M., REDKO, B.V.P.

1967 - Celulose para papel a partir do Bambu. Publicação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo (796): 1-7.

REDKO, B.V.P., NISHIMURA, M.



1972 - Celulose de Bambu. O Pa-  
pel, (33):38-44, abril.

WAYMAN, M.

1973 - Informacion tecnica s6bre  
materias primas y fabricacion de  
pasta y papel in guia para planificar  
empresas y fabricas de pasta y papel

- organizacion de las naciones unidas  
para la agrıcultura y la alimentacion.

Roma-p.275-290.