



# BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo, Campinas

Vol. 38

Campinas, julho de 1979

N.º 14

## CELULOSE MONOSSULFITO A PARTIR DE BAMBUSA VULGARIS SCHRAD (1)

ANÍSIO AZZINI (2), *Seção de Plantas Fibrosas*, VIOLETA NAGAI (2), *Seção de Técnica Experimental e Cálculo*, e DIRCEU CIARAMELLO, *Assessoria de Programação, Instituto Agrônomo*

### SINOPSE

Em condições de laboratório foram produzidas pastas celulósicas pelo processo alcalino monossulfito, com várias concentrações dos reagentes químicos, sulfito de sódio e licor-verde sulfato. As propriedades dessas celulosas foram comparadas com aquelas da celulose obtida pelo processo sulfato (kraft) de uso generalizado pela indústria de celulose e papel. As características físico-mecânicas e ópticas das celulosas monossulfito e sulfato foram satisfatórias e semelhantes, com exceção da resistência ao rasgo, que na celulose sulfato foi maior.

Os cavacos utilizados, nas dimensões de 5,5 x 0,8 x 0,5cm, respectivamente para comprimento, largura e espessura, foram adequados ao processo sulfato e inadequados às condições do processo monossulfito, que produziu celulose com menor rendimento depurado, maior porcentagem de rejeitos e maior teor de lignina residual nas fibras, determinado pelo número kappa. A densidade básica e as dimensões das fibras variaram no sentido radial do colmo, principalmente a densidade básica, cujos valores decresceram acentuadamente da camada externa para a interna.

### 1. INTRODUÇÃO

Recentemente o Projeto RADAM (CORRÊA; LUZ & FRAZÃO, 5) localizou, no Estado do Acre, em associação com a floresta tropical, grande ocorrência natural de bambu, em proporções variáveis de 20 a

80%. Entretanto, a maior ocorrência natural de bambu se verifica no continente asiático, nas mais variadas condições climáticas, relativamente a altitude, precipitação pluvial, temperatura e tipos de solo.

(1) Recebido para publicação em 27 de fevereiro de 1979.

(2) Com bolsa de suplementação do CNPq.

Com relação à produção de celulose, inúmeros trabalhos de pesquisa (2, 3, 5, 7 e 8) têm demonstrado a viabilidade do bambu; entretanto, em nosso meio, essa matéria-prima é ainda pouco utilizada.

Em 1975, de acordo com o Relatório Estatístico da Associação Paulista dos Fabricantes de Papel e Celulose, o bambu contribuiu com apenas 1,47% da produção nacional de celulose química e semi-química, sendo o eucalipto e o pino responsáveis por 92,13%.

Para a indústria nacional de celulose, portanto, o eucalipto e o pino são as principais matérias-primas, apresentando tecnologias adequadas e específicas, desde a produção de sementes geneticamente controladas até a obtenção de celulose. Situação inversa aparece com relação ao bambu, que, apesar de ser uma espécie com grandes potencialidades, permanece ainda pouco estudada, tanto em suas características agrônômicas como tecnológicas.

Algumas objeções relativas ao bambu são feitas com relação ao seu rendimento em celulose, seu teor de sílica e dificuldades na obtenção de mudas, no transporte dos colmos, na obtenção de cavacos e no armazenamento. Entretanto, esses problemas podem ser resolvidos e não invalidam as grandes possibilidades de sucesso dessa espécie vegetal em nosso País.

O presente estudo foi conduzido com o objetivo de obter celulose química não branqueável, utilizando o processo alcalino monossulfito, com várias concentrações de reagentes químicos, em comparação com o processo sulfato (kraft), de uso generalizado pela indústria de celulose.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados seis colmos de **Bambusa vulgaris** Schrad, com aproximadamente dois anos de idade, representativos da espécie quanto ao desenvolvimento médio. A escolha recaiu sobre essa espécie por ser a mais utilizada em reflorestamento, visando à produção de celulose e papel. No laboratório, os colmos foram partidos no sentido longitudinal e reduzidos a cavacos em picador semi-industrial.

Para produção de celulose sulfato (kraft) a partir de **Bambusa vulgaris**, os melhores resultados em termos de rendimento depurado, porcentagem de rejeitos, número kappa e alvura da celulose foram obtidos com cavacos de 6,0 x 0,8 x 0,6cm, respectivamente para comprimento, largura e espessura (2). Entretanto, como não foi possível controlar essas dimensões desejadas, procedeu-se à escolha de aproximadamente 15kg de cavacos, cujas dimensões foram avaliadas pelo dimensionamento de cem deles, tomados inteiramente ao acaso.

Para a determinação da densidade básica e dimensões das fibras, foram consideradas seis amostras de cavacos, retiradas a 1,30m do solo (DAP) de um único colmo, com 2,5 anos de idade. A seguir, cada amostra foi subdividida em três camadas, com a finalidade de determinar a variabilidade no sentido radial do colmo, com relação a densidade básica e dimensões das fibras. A densidade básica foi determinada pelo método do máximo teor de umidade, conforme FOELKEL, BRASIL & BARRICHELO (6).

Para o dimensionamento das fibras, procedeu-se à maceração das amostras em solução composta de cinco partes de ácido acético glacial, duas partes de água destilada e três partes de água oxigenada a 30%. Após a maceração, efetuou-se a preparação das lâminas e, com auxílio de microscópio provido de ocular especial com filamento móvel, determinou-se comprimento, largura, diâmetro do lúmen e espessura da parede celular das fibras.

As pastas celulósicas foram produzidas pelos processos monossulfito e sulfato, cujas condições de cozimento se encontram no quadro 1.

Os cozimentos foram conduzidos em digestor de aço inoxidável, com 20 litros de capacidade, rotativo (2 rpm), aquecido eletricamente, provido de manômetro e termômetro. Em cada um foi empregado o equivalente a 1.200g de cavacos secos em estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , acondicionados separadamente em três tubos de tela de aço inoxidável, correspondendo a três repetições de 400g, num total de seis cozimentos.

O rendimento bruto foi calculado pela relação percentual entre a quantidade de celulose seca obtida em cada tratamento e a quantidade de cavacos livres de umidade. O peso de matéria seca da celulose bruta foi calculado, conhecendo seu teor de umidade, que foi determinado, utilizando-se três amostras de 10 gramas.

Para a determinação da percentagem de rejeitos, empregou-se o classificador de fibras BH 6/12 tipo Brechet & Holl, com peneiras de 0,5mm de largura. Após a passagem

das fibras através da peneira, a quantidade de material retida, relacionada com o peso inicial da amostra e multiplicada por 100, expressou a percentagem de rejeitos baseada na quantidade de celulose em cada tratamento. A seguir, relacionou-se a percentagem de rejeitos em função da quantidade empregada de cavacos de bambu.

O rendimento depurado foi calculado, subtraindo-se do rendimento bruto a percentagem de rejeitos.

O número kappa foi determinado de acordo com o método ABCP C 5/69 (1). Este, por definição, é o número de mililitros de uma solução decinormal de permanganato de potássio, que reage com um grama de celulose depurada absolutamente seca, sob certas condições específicas e cuidadosamente controladas. Os resultados são corrigidos para dar um consumo de 50% da solução decinormal de permanganato de potássio adicionada.

A refinação da celulose processou-se em moinho Jokro Muhle, a uma consistência de 6%, sendo a refinação expressa em grau Schopper Riegler ( $^\circ\text{SR}$ ). Outras características da celulose foram determinadas em folhas testes, preparadas em formador F.S S/2 tipo Koethen Rapid, com dois secadores.

Com a finalidade de evitar os efeitos das variações ambientes sobre os resultados dos ensaios físico-mecânicos e ópticos, as folhas foram previamente acondicionadas em ambiente climatizado à temperatura de  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $63 \pm 2\%$ .

Os ensaios físico-mecânicos e ópticos foram realizados e calculados

QUADRO 1. — Condições de cozimento para obtenção das pastas celulósicas

Condições	Cozimento (1)					
	1	2	3	4	5	6
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> sobre quantidade de cavacos absolutamente secos (%) . . . . .	14,2	16,3	22,4	26,4	30,6	—
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> como Na <sub>2</sub> O (%) . . . . .	7,0	9,0	11,0	13,0	15,0	—
Licor-verde sulfato (2) como Na <sub>2</sub> O (%) . . . . .	8,0	6,0	4,0	2,0	—	—
Total de Na <sub>2</sub> O ativo (%) . . . . .	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	—
Alcali ativo como Na <sub>2</sub> O (%) . . . . .	—	—	—	—	—	15,0
Sulfidez como Na <sub>2</sub> O (%) . . . . .	—	—	—	—	—	25,0
Atividade como Na <sub>2</sub> O (%) . . . . .	—	—	—	—	—	88,0
Relação licor/cavacos . . . . .	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1
Concentração inicial de Na <sub>2</sub> O ativo (g/l) . . . . .	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5
Temperatura máxima (°C) . . . . .	165	165	165	165	165	165
Tempo até temperatura máxima (h) . . . . .	1	1	1	1	1	1
Tempo à temperatura máxima (h) . . . . .	1	1	1	1	1	1

(1) De 1 a 5: pelo processo alcalino monossulfito; 6: pelo processo sulfato (kraft) convencional.

(2) Licor-verde sulfato, composto por uma solução contendo 40 g/litro de NaOH, 20 g litro de Na<sub>2</sub>S e 70 g/litro de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, referidos como Na<sub>2</sub>O.

segundo normas da ABCP (1) e TAPPI (9), com relação a:

— refinação: expressa em grau Schopper Riegler (°SR);

— gramatura: expressa em gramas por metro quadrado;

— resistência à tração: expressa pelo comprimento de auto-ruptura, em quilômetros;

— alongamento: expresso em percentagem;

— resistência ao estouro: expressa pelo estouro relativo;

— resistência ao rasgo: expressa em gramas;

— resistência ao dobramento: expressa pelo número de dobras;

— porosidade: expressa em segundos;

— espessura: expressa em milímetros;

— peso específico aparente: expresso em gramas por centímetro cúbico;

— alvura: expressa em percentagem;

— opacidade: expressa em percentagem.

O esquema experimental foi o inteiramente casualizado, com três repetições por tratamento. Os testes estatísticos aplicados foram: F, para significância de diferenças entre efeitos dos tratamentos, e Tukey, para comparações entre pares de médias.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Dimensões e densidade básica dos cavacos — As dimensões dos

cavacos é uma das principais variáveis do processo sulfato que influem nas características da celulose obtida (7). Para os cavacos de bambu, as dimensões mais adequadas, em termos de rendimento depurado, porcentagem de rejeitos, número kappa e alvura da celulose, são 6,0 x 0,8 x 0,6cm, respectivamente para comprimento, largura e espessura (2). A espessura dos cavacos é a dimensão crítica, tanto para madeira como para bambu; entretanto, pelas diferenças anatômicas, o valor da espessura para os cavacos de madeira de conífera é 0,3cm (3) e, para o de bambu, é de 0,6cm (2). No quadro 2, encontram-se as dimensões médias estimadas dos cavacos de bambu (5,5 x 0,8 x 0,5cm), que se aproximaram bastante daquelas consideradas ideais para o processo sulfato (kraft).

A densidade básica é uma das características da matéria-prima vegetal que influem nas propriedades físico-mecânicas da celulose obtida. Para celulose de coníferas, tem-se observado uma relação direta entre a densidade básica e a resistência ao rasgo, e uma relação inversa para a resistência à tração, ao estouro e peso específico aparente. Para o bambu, a densidade básica (quadro 2) decresceu da camada externa para a interna, indicando que nesta última predomina o tecido parenquimatoso, sem valor industrial para produção de celulose, pois, além de reduzir o rendimento em celulose, aumenta o consumo de reagentes químicos.

**Dimensões das fibras** — No início da utilização da madeira, visando à produção de celulose para papel, era conceito difundido que a resistência do papel estava associada

QUADRO 2. — Dimensões e densidade básica dos cavacos de bambu

Valores	Dimensões			Densidade básica		
	Comprimento	Largura	Espessura	Camada externa	Camada média	Camada interna
	cm	cm	cm	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>
Médio	5,5	0,3	0,5	0,765	0,506	0,428
Máximo	7,0	1,2	0,7	0,785	0,545	0,439
Mínimo	5,0	0,6	0,3	0,737	0,472	0,422
S	0,33	0,11	0,09	0,02	0,03	0,01
S(x)	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
C.V. (%)	6,05	13,08	17,19	2,25	4,95	1,36

S = Desvio-padrão.

S(x) = Erro-padrão da média.

C.V. = Coeficiente de variação.

apenas ao comprimento das fibras e, portanto, só as madeiras fornecedoras de fibras longas se prestavam para obtenção de celulose. Posteriormente, os trabalhos de pesquisa têm demonstrado que, além do comprimento das fibras, outras características da matéria-prima influenciam de maneira complexa a produção de celulose e papel. No quadro 3, estão as dimensões das fibras de bambu, destacando-se que, na camada média, as fibras são maiores, para comprimento, largura e diâmetro do lúmen. Essa observação, entretanto, deverá ser mais evidenciada através de um estudo detalhado, onde se deve considerar maior número de camadas e vários colmos de bambu.

**Rendimento, porcentagem de rejeitos e número kappa das pastas celulósicas** — O bambu, em comparação com a madeira, pode ser convertido em celulose para papel com menor consumo de energia e reagentes químicos (8). Pelos resultados obtidos, principalmente com relação ao rendimento depurado, porcentagem de rejeitos e teor de lignina residual nas fibras, determinado pelo número kappa, nota-se a superioridade do processo sulfato (quadro 4). Essa superioridade está relacionada com as dimensões utilizadas dos cavacos (5,5 x 0,8 x 0,5cm), que foram adequadas às condições do processo sulfato, confirmando os resultados obtidos por AZZINI (2). Por outro lado, nos cozimentos pelo processo monossulfito, as pastas celulósicas com elevados valores para porcentagem de rejeitos e número kappa, evidenciam que os cavacos foram subdigeridos, ou seja, os reagentes químicos não

penetram uniformemente em toda a extensão dos cavacos.

**Características físico-mecânicas e ópticas das pastas celulósicas** — Com exceção do peso específico aparente, as demais propriedades das pastas celulósicas apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os diversos cozimentos executados pelos processos sulfato e monossulfito (quadro 5). Entretanto, uma elevada resistência ao rasgo foi a principal característica da celulose sulfato em comparação com as celuloses monossulfito.

A resistência ao rasgo é geralmente associada à espessura da parede das fibras e à densidade da madeira (4). Todavia, como foi utilizada a mesma matéria-prima para os processos sulfato e monossulfito, essa informação bibliográfica não foi confirmada. A celulose sulfato, com baixo grau de refinação, apresentou menor resistência à tração e ao estouro, propriedades que dependem de melhor interligação das fibras durante a formação do papel. Quanto às características ópticas, deve-se ressaltar que a celulose obtida com 7% de sulfato de sódio e 8% de licor-verde sulfato, apresentaram maior opacidade e menor alvura.

Nos quadros 6 e 7, encontram-se as características físico-mecânicas e ópticas das celuloses em três tempos de moagem: 45, 60 e 75 minutos.

Com exceção da alvura e peso específico aparente, as demais características das pastas celulósicas obtidas pelos processos sulfato e monossulfito aumentaram seus valores, com o tempo de moagem. A resistência ao rasgo decresceu à medida que aumentou o tempo de moagem.

QUADRO 3. — Dimensões das fibras de bambu

Valores	Comprimento						Largura						Diâmetro do lúmen						Espessura da parede celular																			
	Camada externa		Camada interna		Camada média		Camada externa		Camada interna		Camada média		Camada externa		Camada interna		Camada média		Camada externa		Camada interna		Camada média		Camada externa		Camada interna											
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm									
Médio	3,16	3,29	2,72	2,72	15,48	18,28	14,55	2,45	4,13	2,67	6,51	5,87	5,69	5,60	6,72	4,54	23,06	5,78	11,57	6,78	9,92	10,28	8,50	1,68	0,91	1,25	1,34	1,03	8,14	6,99	9,10	0,79	1,36	1,16	2,93	2,14	4,07	1,11
Máximo	5,60	6,72	4,54	4,54	23,06	30,84	21,14	5,78	11,57	6,78	9,92	10,28	8,50	1,68	6,72	4,54	23,06	5,78	11,57	6,78	9,92	10,28	8,50	0,91	1,37	1,03	1,03	6,19	6,19	3,99	1,18	2,87	1,33	1,69	2,07	1,11		
Mínimo	0,91	1,37	1,03	1,03	3,94	6,19	3,99	1,18	2,87	1,33	1,69	2,07	1,11	0,18	0,27	0,21	0,78	0,24	0,57	0,27	0,34	0,41	0,22	29,09	41,69	37,77	25,48	48,28	69,39	49,96	25,98	35,29	19,53					
S(x)	0,18	0,27	0,21	0,21	0,78	1,24	0,79	0,24	0,57	0,27	0,34	0,41	0,22	29,09	41,69	37,77	25,48	48,28	69,39	49,96	25,98	35,29	19,53	S	S(x)	C.V. (%)												

S = Desvio-padrão.

S(x) = Erro-padrão da média.

C.V. = Coeficiente de variação.

QUADRO 4. — Valores médios para rendimento bruto, rendimento depurado, porcentagem de rejeitos e número kappa

Cozimento	Rendimento bruto	Rendimento depurado	Porcentagem de rejeitos	Número kappa
N.º (¹)	%	%	%	%
1	51,12	36,83	14,29	87,78
2	53,16	35,50	17,66	74,02
3	51,58	38,35	13,23	80,32
4	49,79	38,03	11,71	78,70
5	51,92	41,55	10,38	85,77
6	43,90	42,44	1,46	69,01
Tukey a 5%	7,24	3,62	5,59	8,80
C.V. (%)	5,25	3,39	17,81	4,04

(¹) De 1 a 5: cozimento pelo processo alcalino monossulfito; 6: cozimento pelo processo sulfato (kraft).

QUADRO 5. — Características físico-mecânicas e ópticas das pastas celulósicas. Valores médios obtidos com três tempos de moagem: 45, 60 e 75 minutos

Cozimento	Refinação	Rasgo	Estouro	Tração	Alongamento	Dobras	Porosidade	Peso esp. aparente	Alvura	Opacidade
N.º (¹)	ºSR	g	N.º	km	%	N.º	set	g/cm³	%	%
1	40	163	3,3	6,1	1,7	503	3,3	0,475	17,8	98,1
2	53	161	3,6	6,3	1,9	1.002	4,6	0,499	21,9	96,0
3	48	187	3,2	5,9	1,7	1.080	3,8	0,485	21,6	96,9
4	52	147	3,5	6,4	1,7	589	7,4	0,522	25,1	95,7
5	65	130	3,5	6,3	1,6	910	14,9	0,524	24,8	96,7
6	42	216	3,3	5,1	1,8	1.091	3,7	0,495	23,6	97,0
Teste F	27,90 **	27,25 **	2,70 *	4,63 **	3,35 **	5,94 **	66,71 **	n.s.	119,40 **	35,88 **
Teste de Tukey	7,20	27,80	0,40	0,98	0,20	446,70	2,30	0,20	1,0	0,58
C.V. (%)	10,30	10,46	9,17	11,46	0,03	36,45	26,15	31,68	3,29	0,42

(¹) De 1 a 5: processo alcalino monossulfito; 6: processo sulfato.

\* Significativo ao nível de 5%.

\*\* Significativo ao nível de 1%.

QUADRO 6. — Valores das características físico-mecânicas e ópticas das pastas celulósicas em três tempos de moagem: 45, 60 e 75 minutos

Cozi- mento	Tempo de moagem (em minutos)																													
	Refinação						Rasgo						Estouro						Tração						Alongamento					
	45	60	75	45	60	75	45	60	75	45	60	75	45	60	75	45	60	75	45	60	75	45	60	75						
N.º (¹)	°SR	°SR	°SR	g	g	g	N.º	N.º	N.º	N.º	N.º	N.º	km	km	km	km	km	km	%	%	%	%	%	%						
1	26	40	53	189	161	138	2,5	3,5	3,8	2,5	3,5	3,8	5,2	6,3	6,9	6,3	6,2	6,3	1,3	1,7	1,7	1,3	1,7	2,0						
2	41	52	67	179	158	147	3,3	3,6	3,9	3,3	3,6	3,9	6,3	6,2	6,3	6,2	6,2	6,3	1,7	1,9	1,9	1,7	1,9	2,1						
3	30	47	64	201	192	166	2,7	3,3	3,5	2,7	3,3	3,5	5,3	5,8	6,5	5,8	5,8	6,5	1,6	1,7	1,7	1,6	1,7	1,9						
4	36	51	70	164	150	128	3,1	3,5	4,0	3,1	3,5	4,0	6,0	6,5	6,9	6,5	6,5	6,9	1,6	1,8	1,8	1,6	1,8	1,8						
5	48	69	78	146	130	114	3,1	3,5	3,8	3,1	3,5	3,8	5,7	6,5	6,8	6,5	6,5	6,8	1,5	1,6	1,6	1,5	1,6	1,8						
6	29	44	54	238	217	193	2,8	3,4	3,6	2,8	3,4	3,6	4,8	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	1,6	1,9	1,9	1,6	1,9	2,1						
1	(+)	282,31**		(-)	44,16**		(+)	64,10**		(+)	15,00**		(+)	56,00**																
q	n.s.			n.s.			n.s.			n.s.		n.s.																		

(¹) De 1 a 5: processo alcalino monossulfito; 6: processo sulfato; l: componente linear; q: componente quadrático.  
 \* Significativo ao nível de 5%.  
 \*\* Significativo ao nível de 1%.

QUADRO 7. — Valores das características físico-mecânicas e ópticas das pastas celulósicas em três tempos de moagem: 45, 60 e 75 minutos

Cozi- mento	Tempo de moagem (em minutos)														
	Dobras			Porosidade			Peso específico aparente			Alvura			Opacidade		
	45	60	75	45	60	75	45	60	75	45	60	75	45	60	75
N.º (1)	N.º	N.º	N.º	seg	seg	seg	g/cm³	g/cm³	g/cm³	%	%	%	%	%	%
1	229	576	702	1,0	3,3	5,4	0,470	0,472	0,482	18,0	17,8	17,6	97,9	97,8	98,1
2	971	801	1.232	1,9	3,8	8,2	0,487	0,492	0,515	22,1	21,8	21,6	95,6	96,0	96,1
3	652	1.039	1.547	1,5	2,9	7,0	0,468	0,482	0,504	21,5	21,6	21,5	96,6	96,8	97,0
4	441	695	629	2,2	5,6	14,4	0,499	0,522	0,542	25,3	24,9	25,0	95,6	95,6	95,7
5	765	883	1.080	3,9	11,6	29,1	0,495	0,526	0,547	24,8	24,8	24,6	96,2	96,2	96,9
6	671	1.254	1.352	1,2	3,2	6,6	0,476	0,496	0,511	23,1	23,8	23,8	96,6	96,9	97,2
1	(+)	(+)	20,02**	(+)	323,04**		n.s.			n.s.			(+)	10,41**	
q	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.		n.s.	n.s.		n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	

(1) De 1 a 5: processo alcalino monossulfúto; 6: processo sulfato; l: componente linear; q: componente quadrático.

\* Significativo ao nível de 5%.

\*\* Significativo ao nível de 1%.

## 4. CONCLUSÕES

a) As dimensões dos cavacos de 5,5 x 0,8 x 0,5cm, respectivamente para comprimento, largura e espessura, foram adequadas ao processo sulfato e inadequadas às condições do processo alcalino monossulfito, que produziu celulose com menor rendimento depurado, maior porcentagem de rejeitos e maior teor de lignina residual nas fibras, determinado pelo número kappa;

b) A densidade básica e as dimensões das fibras variaram no sentido radial do colmo de bambu, principalmente a densidade básica, cujos valores decresceram acentuadamente da camada externa para a interna;

c) As características físico-mecânicas e ópticas das pastas celulósicas obtidas pelos processos sulfato e monossulfito, apresentaram qualidades satisfatórias e semelhantes, com exceção da resistência ao rasgo, que na celulose foi bem maior.

ALKALINE MONOSULPHITE PULPING OF *BAMBUSA VULGARIS* SCHRAD

## SUMMARY

Pulps in laboratory conditions were obtained from *Bambusa vulgaris* Schrad by the alkaline monosulphite process, with various concentrations of the cooking chemicals. The strength properties of these pulps were compared to those obtained by the sulphate process. The results showed that both pulps were similar, excepting the tear resistance that was higher in the sulphate one.

It was observed that chips with 5.5 x 0.8 x 0.5cm, respectively to the length, width and thickness were appropriated to the sulphate process but not to the conditions of the alkaline monosulphate process, which produced pulps with low values in terms of screening yield, percentage of screenings and kappa number.

The variability of bamboo culm in the radial direction was also determined regarding basic density and fiber dimensions. The results showed variations in those properties, mainly in the basic density values which sharply decreased from the outside to the inside parts of the bamboo culm.

## LITERATURA CITADA

1. ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. Métodos de ensaio. São Paulo, 1969. p.81-83.
2. AZZINI, A. Influência das dimensões dos cavacos de *Bambusa vulgaris* Schrad no rendimento, porcentagem de rejeitos, número kappa e alvura da celulose obtida pelo processo sulfato. Piracicaba, ESALQ-USP, 1976. 47p. (Tese de Mestrado)
3. BACKMAN, A. The influence of the thickness of chips upon pulp yield and pulp quality in pulping with parallelepiped-shaped chips. Paper and Timber, Helsinki, 23:200-208, 1946.
4. BARRICHELO, L. E. G.; FOELKEL, C. E. B. & MILANEZ, A. F. Estudo comparativo das madeiras de *Eucalyptus saligna*, *E. paniculate*, *E. citriodora*, *E. maculata* e *E. teriticornis* para produção de celulose sulfato. IPEF, Piracicaba, 10:17-37, 1975.

5. CORRÊA, A. A.; LUZ, C. N. R. & FRAZÃO, F. J. L. Características papeleiras dos bambus da região do Acre da Amazônia. São Paulo, Congresso Anual da ABCP, 10., 1977. 21p.
6. FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M. & BARRICHELO, L. E. G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. IPEF, Piracicaba, 2/3:65-74, 1971.
7. PANDA, A. Theoretical approaches to improvement of pulp yield by sulphate pulping. Ippa, Índia, 6:41-47, 1969.
8. STEVES, R. H. Bamboo — The facts and the problem. Savannah, Georgia, Herty Foundation, 1957. 5p.
9. TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY. Testing methods and recommended practices. New York, 1971.