

B R A G A N T I A

Boletim Científico do Instituto Agronômico do Estado de S. Paulo

Vol. 30

Campinas, dezembro de 1971

N.º 23

BAMBU COMO MATÉRIA-PRIMA PARA PAPEL. IV — ESTUDOS SÔBRE O EMPRÊGO DE CINCO ESPÉCIES DE *BAMBUSA*, NA PRODUÇÃO DE CELULOSE SULFATO ⁽¹⁾

ANÍSIO AZZINI e DIRCEU CIARAMELLO, *engenheiros-agrônomo*s ⁽²⁾,
Seção de Plantas Fibrosas, Instituto Agronômico

SINOPSE

Com o presente trabalho, os autores dão continuidade aos estudos com que se procura determinar as características papeleiras das principais espécies de bambu com bom desenvolvimento nas condições ecológicas do Estado de São Paulo.

Bambusa tuldoides, *B. textilis*, *B. ventricosa*, *B. malingensis* e *B. dissimulator* foram estudadas levando-se em consideração as seguintes variáveis: dimensões dos colmos, densidade básica, análise micrométrica das fibras, rendimento em celulose sulfato (Kraft) e características físico-mecânicas das pastas produzidas.

As densidades básicas médias calculadas para as espécies em estudo não apresentaram muita variação, com valores extremos de 0,62 e 0,78.

Relativamente ao comprimento médio das fibras, as espécies de bambu estudadas mostraram ocupar uma posição intermediária entre as resinosas e as principais espécies arbóreas folhosas utilizadas pela indústria de papel.

Os rendimentos médios em celulose sulfato, considerando cinco repetições, foram de 43,75% para *B. textilis*, 42,53% para *B. tuldoides*, 41,74% para *B. ventricosa*, 36,57% para *B. dissimulator* e 35,82% para *B. malingensis*, com número de permanganato variando de 18,37 a 17,03.

Análise estatística dos dados de resistência do papel demonstrou que *B. dissimulator*, com exceção do índice de rasgo, apresentou maiores valores que as demais espécies em estudo.

⁽¹⁾ Resultados parciais do projeto em execução no Instituto Agronômico, em convênio com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico. Recebido para publicação em 4 de agosto de 1971.

⁽²⁾ Com bolsas de suplementação do CNPq.

1 — INTRODUÇÃO

Já em 1870 Thomaz Routhdge experimentou o uso de colmos de bambu na produção de celulose para papel, conseguindo bons resultados com aqueles que ainda não haviam atingido seis meses de idade. Como não era viável, do ponto de vista de exploração agrícola, o uso apenas dos colmos novos, alguns estudos foram desenvolvidos no início do século atual, com o objetivo de determinar a viabilidade do emprêgo de bambu como fonte de tão nobre matéria-prima. Os primeiros governos a se interessarem por êsses estudos foram os da Índia e de Burma, que a par dos estudos de laboratório mandaram efetuar o levantamento das áreas ocupadas por essa gramínea. Os resultados obtidos, condensados em publicação de Raitt (6), de 1931, são o principal passo dado em direção do aproveitamento de bambu para papel. Infelizmente essa gramínea ocorre naturalmente em países tropicais pobres, onde há falta de recursos para seu estudo.

Nos Estados Unidos, a "Herty Foundation" conduziu uma série de estudos em laboratório e em escala piloto, em colaboração com o Departamento de Agricultura, concluindo que, se a polpa de bambu pudesse ser produzida a um preço competitivo com aquela de madeiras, certamente poderia participar da economia do país. Bambu pode ser transformado em polpa com menos produtos químicos e energia que as madeiras, e a resistência de sua polpa é de 3/4 da de pinheiros.

Na Índia o bambu, cujo consumo é de 1 milhão de toneladas anuais, constitui 70% da matéria-prima empregada pela indústria de papel (3, 4). Como principal entrave para a expansão de seu consumo está a dificuldade de colheita, visto que são explorados bambuais nativos.

No Brasil, algumas indústrias usam bambu, só ou em mistura, na produção de determinados tipos de papel. Trata-se de espécies exóticas, cujo plantio nem sempre fôra feito para essa finalidade. O número de espécies dessa gramínea é bastante elevado, donde a dificuldade de escolha da que melhor atenda aos interesses da indústria. O plantio, quando feito para essa finalidade, não está alicerçado em estudos, quer de laboratórios, quer agrícolas, que orientem na escolha da melhor espécie para determinado tipo de papel e que apresente boa produtividade na área a ser cultivada. Necessário se faz salientar que o bambu, mais volumoso que a maioria das madeiras utilizadas pela indústria de papel, deverá ser cultivado não muito distante da fábrica.

2 — MATERIAL E MÉTODO

Touceiras com oito a dez anos de idade, mantidas em coleção em área de Latossolo Roxo, na Estação Experimental de Tatuí, Instituto Agrônômico, forneceram 25 colmos, cinco de cada espécie em estudo. Na amostragem procurou-se a maior homogeneidade possível, colhendo-se colmos com dois a três anos de idade e espécies com aspectos externos semelhantes. As características de tais espécies são a seguir descritas.

Bambusa tuldoides, *B. textilis*, *B. ventricosa*, *B. malingensis* e *B. dissimulator* são espécies exóticas, que em condições normais de crescimento, em nosso meio, formam touceiras densas, com ramificações laterais desde a base do colmo, fazendo exceção a espécie *B. textilis*, com ramificações apenas no terço superior. Os colmos são finos, com aproximadamente 12 m de altura, 5 cm de diâmetro, e internódios com 40 cm de comprimento. São de coloração verde, quando jovens, tornando-se verde-amarelados à medida que envelhecem.

Dentre as espécies em estudo, *B. tuldoides* é a mais difundida entre nós, sendo largamente empregada nas propriedades agrícolas, principalmente no estaqueamento de plantas hortícolas (1).

Os colmos representativos das espécies em estudo tiveram suas dimensões determinadas logo após a colheita, e eliminação dos ramos laterais e ponteiros. Dêles tomaram-se amostras para a determinação da densidade básica, dimensões das fibras e cozimentos.

Densidade básica — Para cada espécie tomaram-se 15 corpos de prova para a determinação da densidade básica. Estes foram tomados em toda a extensão dos colmos e constituíram-se de um nó e metade do internódio correspondente. Imergiram-se os corpos de prova em água, até atingirem completa saturação, e, a seguir, seus volumes foram determinados em balança hidrostática. O volume foi determinado pela diferença entre duas pesagens consecutivas, uma ao ar e outra com o corpo imerso em água, considerando-se a densidade da água igual à unidade. Após a determinação dos volumes, os corpos de prova foram levados à estufa de secagem à temperatura de $105 \pm 3^\circ\text{C}$ até atingirem peso constante. A densidade básica foi determinada pela relação:

$$d = \frac{\text{pêso sêco em estufa (g)}}{\text{volume saturado (cm}^3\text{)}}$$

Análise micrométrica das fibras — Amostras representativas das espécies em estudo foram tomadas separadamente, transformadas em estilhas com dimensões próximas às de palitos de fósforo e postas a macerar em solução composta de cinco partes de ácido acético glacial, três partes de água oxigenada a 130 volumes e duas partes de água destilada. As condições necessárias para perfeita maceração foram: tempo de aproximadamente 24 horas e temperatura de 65°C. Após a maceração as fibras foram lavadas e mantidas em suspensão em água destilada.

Com o auxílio de um microscópio foram feitas, para cada espécie, 200 medições de comprimento e 50 medições para largura, espessura das paredes e lúmen das fibras.

Cozimentos — Os colmos representativos de cada espécie foram transformados em cavacos com dimensões próximas às dos empregados pela indústria de celulose e papel, por meio de um picador especial.

Tomaram-se amostras de cada espécie, com pêso equivalente a 400 gramas a.s., que foram acondicionadas em saquinhos de tecido de algodão. Cinco amostras, uma de cada espécie, foram empregadas em cada cozimento, totalizando 25 amostras.

Os cozimentos, em número de cinco, foram efetuados pelo processo sulfato, de acôrdo com as especificações dadas a seguir.

Quantidade de cavacos por cozimento = 2.000 gramas a.s.
Relação licor: madeira = 4:1

Alcali ativo = 14%, como Na₂O, em relação ao pêso dos cavacos a.s.

Sulfidez = 25% ⁽³⁾

Temperatura máxima = 160 ± 2°C

Tempo até atingir temperatura máxima = 90 a 105 min

Tempo à temperatura máxima = 60 min

⁽³⁾ A sulfidez de 25% foi conseguida pela adição de sulfêto de sódio (Na₂S).

Os cozimentos foram efetuados em autoclave de laboratório, cilíndrica, revestida internamente de aço inoxidável, aquecida eletricamente e girando a 2 rpm.

Após os cozimentos a pasta celulósica de cada espécie foi lavada e desintegrada, tomando-se, a seguir, amostras para determinação do teor de matéria seca, do número de permanganato e cálculo do rendimento.

2.1 — CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÂNICAS DO PAPEL

As amostras de celulose, de cada espécie e cozimento, foram refinadas em moinho centrifugo "Jokkro", a 150 rpm e consistência de 6%, em tempo de 30, 45, 60, 75 e 90 minutos. Após a determinação do grau de refinação segundo "Schopper Riegler", as pastas foram utilizadas no preparo das folhas de teste em formador "Rapid Koethen", com peso aproximado de 60 g/m².

Os testes físico-mecânicos foram efetuados de acordo com as normas TAPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industry) e ABCP (Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel), em folhas climatizadas a $65 \pm 2\%$ de umidade relativa, a $21 \pm 2^\circ\text{C}$.

Efetuuou-se análise estatística para as principais características físico-mecânicas das pastas produzidas, utilizando-se da análise da variância e do teste de Scheffé a 5%.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise do quadro 1, em que as dimensões médias dos colmos das diferentes espécies em estudo estão relacionadas, nota-se que comprimento, diâmetro e peso dos colmos são bastante semelhantes, sendo aproximadamente de 9 m para o comprimento, 4,5 cm para o diâmetro e 4 kg para o peso dos colmos. Das dimensões determinadas, apenas o comprimento do internódio apresentou variação — aproximadamente 28 cm para *Bambusa malinzensis* e 45 cm para as demais espécies em estudo.

Tratando-se de colmos finos, com aproximadamente 4,5 cm de diâmetro, foram facilmente reduzidos a cavacos, por meio de picador especial.

QUADRO 1. — Dimensões médias de colmos de bambu de cinco espécies, procedentes de touceiras com 8-10 anos de idade, em Latossolo Roxo da Estação Experimental de Tatuí, Instituto Agronômico (*)

Espécie	Pêso	Comprimento	Diâmetro	Comp. do internódio
	kg	m	cm	cm
<i>Bambusa tuldoïdes</i>	3,75	9,15	4,26	46,21
<i>B. textilis</i>	3,28	8,13	4,77	44,18
<i>B. ventricosa</i>	4,47	9,30	4,84	44,71
<i>B. malingensis</i>	3,49	7,36	4,33	28,09
<i>B. dissimulator</i>	5,19	9,52	4,58	41,39

(*) Dados médios de cinco colmos de cada espécie.

QUADRO 2. — Densidade básica de colmos de bambu de cinco espécies, retirados de touceiras com 8-10 anos de idade, em Latossolo Roxo da Estação Experimental de Tatuí, Instituto Agronômico (*)

Valor	Espécie				
	<i>Bambusa tuldoïdes</i>	<i>B. textilis</i>	<i>B. ventricosa</i>	<i>B. malingensis</i>	<i>B. dissimulator</i>
	g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³
Máximo	0,70	0,79	0,77	0,79	0,82
Médio	0,62	0,69	0,64	0,70	0,78
Mínimo	0,55	0,60	0,51	0,56	0,67
Desvio padrão	0,044	0,058	0,106	0,071	0,035
Erro padrão da média ..	0,011	0,015	0,027	0,019	0,009
Coef. variação (%)	7,01	8,39	16,64	10,18	4,56

(*) Dados médios de cinco colmos de cada espécie.

Densidade básica — Sem dúvida alguma, a densidade básica é uma característica da madeira que dá boa informação de seu valor como fonte de celulose para papel. Considerando as mais importantes matérias-primas utilizadas por essa indústria, nota-se que suas densidades estão em torno de 0,5. As melhores espécies de *Eucalyptus*, do ponto de vista papelero, segundo Watson, têm suas densidades entre 0,4 a 0,6. Estudando espécies folhosas tropicais, Petroff e Normand (5) verificaram correlação entre densidade da madeira e coeficiente de flexibilidade das fibras. Preliminarmente, está-se observando que, para as espécies de bambu estudadas até o presente pelos autores, a correlação acima mencionada não está sendo evidenciada, talvez por haver pouca variação nos valores de densidade encontrados.

Em trabalho anterior (2), estudando as espécies *Bambusa vulgaris*, *B. vulgaris* var. *vittata* e *B. oldhami*, os autores determinaram, respectivamente, 0,747, 0,730 e 0,608 para densidade básica. No presente estudo, as densidades variaram de 0,62, para *Bambusa tuldoides*, até 0,78, para *B. dissimulator*.

Análise micrométrica das fibras — Segundo numerosos trabalhos, ficou evidenciado que as características do papel estão relacionadas com as dimensões das fibras, tais como: comprimento, largura, espessura das paredes e diâmetro do lúmen. Com base nessas dimensões, determinam-se o coeficiente de enfiletamento, que é a relação entre comprimento e largura das fibras, e o coeficiente de flexibilidade, que é a relação entre o diâmetro do lúmen e a largura das fibras.

Analisando os resultados obtidos, constantes do quadro 3, nota-se que as fibras das espécies de bambu estudadas, de modo geral são finas, com pouco lúmen e paredes espessas. O comprimento médio variou de 1,89 a 2,32 mm, de acordo com a espécie, enquanto a largura variou de 14,30 a 18,21 micros.

Rendimento e número de permanganato da pasta celulósica — A análise estatística dos dados apresentados no quadro 4 revelou efeito significativo de espécies, tanto no rendimento em pasta celulósica como no seu grau de deslignificação. Pela análise da variância, aplicando o teste Tukey determinou-se diferença mínima significativa de 1,758 para rendimentos e 0,883 para número de permanganato. Assim, *Bambusa textilis*, com rendimento de 43,75%, mostrou-se superior às demais quanto a essa característica, não diferindo apenas de *B. tuldoides*. Quanto ao índice de deslignificação, *B. malinzensis* e *B. dissimulator*, com número de

QUADRO 3. — Dimensões das fibras de cinco espécies de bambu procedentes de touceiras com 8-10 anos de idade, em Latossolo Roxo da Estação Experimental de Tatuí, Instituto Agrônomo (*)

Espécie	Valor	Compr.	Larg.	Espessura das paredes		Diâmetro do lúmen	Coef. enfe- ltran- mento C/L	Coef. de flexibili- dade 100 d/L
				P. 1	P. 2			
<i>Bambusa tuldo-</i> <i>des</i>	Máximo ..	3,72	micros	micros	micros	8,16	—	—
	Médio ..	1,89	29,35	10,52	10,67	3,83	104:1	21,03
	Mínimo ..	1,00	18,21	7,21	7,17	1,59	—	—
	S ..	0,55	9,31	3,87	3,94	1,52	—	—
	S(x) ..	0,038	—	1,70	1,85	0,215	—	—
	C. V. % ..	28,96	—	—	23,60	25,79	39,81	—
<i>B. textilis</i>	Máximo ..	3,41	28,21	12,03	11,03	5,15	—	—
	Médio ..	2,04	16,78	6,98	6,78	3,02	122:1	18,00
	Mínimo ..	1,04	8,17	3,44	3,51	1,22	—	—
	S ..	0,58	—	1,89	1,77	0,87	—	—
	S(x) ..	0,040	—	0,267	0,250	0,123	—	—
	C. V. % ..	28,40	—	—	27,11	26,09	28,90	—
<i>B. ventricosa</i> ..	Máximo ..	3,49	26,42	9,38	8,88	8,16	—	—
	Médio ..	1,90	14,38	5,60	5,47	3,31	132:1	23,02
	Mínimo ..	1,06	5,15	2,29	1,86	1,00	—	—
	S ..	0,50	—	1,87	1,54	1,77	—	—
	S(x) ..	0,034	—	0,221	0,215	0,250	—	—
	C. V. % ..	26,35	—	—	28,04	28,13	53,43	—
<i>B. malinzensis</i> .	Máximo ..	3,71	27,84	9,66	9,81	8,37	—	—
	Médio ..	2,07	14,79	5,60	5,74	3,45	140:1	23,32
	Mínimo ..	1,10	7,79	2,93	3,36	1,50	—	—
	S ..	0,55	—	1,53	1,61	1,52	—	—
	S(x) ..	0,039	—	0,216	0,228	0,216	—	—
	C. V. % ..	26,76	—	—	27,29	28,04	44,16	—
<i>B. dissimulata</i> .	Máximo ..	4,12	31,13	11,38	10,88	8,87	—	—
	Médio ..	2,32	15,19	5,92	5,89	3,38	153:1	22,35
	Mínimo ..	1,20	8,16	3,65	3,15	1,36	—	—
	S ..	0,65	—	1,64	1,67	1,62	—	—
	S(x) ..	0,044	—	0,232	0,236	0,229	—	—
	C. V. % ..	27,90	—	—	27,71	28,34	47,93	—

(*) Dados médios de cinco colmos de cada espécie. S = desvio padrão; S(x) = erro padrão da média; CV % = coef. de variação; C = comprimento médio da fibra; P = paredes das fibras; d = diâmetro do lúmen.

QUADRO 4. — Rendimento em pasta celulósica e número de permanganato, de cinco espécies de bambu procedentes de touceiras com 8-10 anos de idade, em Latossolo Roxo da Estação Experimental de Tatui, Instituto Agrônômico (*)

Coz. N.º	Bambusa tuldoidea		B. textilis		B. ventricosa		B. malingensis		B. dissimulata	
	Celulose	N. P.	Celulose	N. P.	Celulose	N. P.	Celulose	N. P.	Celulose	N. P.
106	41,19	20,00	44,70	20,25	40,38	19,80	36,75	19,75	34,87	17,87
107	44,06	17,37	44,18	18,30	43,00	17,32	37,20	16,22	38,39	16,90
108	41,75	17,40	42,75	18,15	40,25	17,23	34,80	16,23	35,52	16,63
109	43,80	16,93	44,18	17,63	42,78	17,03	35,70	16,28	36,55	16,58
110	41,86	17,53	42,94	17,55	42,31	16,80	34,68	16,70	37,08	17,27
Média	42,53	17,82	43,75	18,37	41,74	17,63	35,82	17,03	36,57	17,05

(*) N. P. = Número de permanganato; CV% = 2,26 para rendimentos de celulose; CV% = 2,60 para número de permanganato; Tukey a 5% para rendimento = 1,758; Tukey a 5% para número de permanganato = 0,863.

permanganato de 17,03 e 17,05, respectivamente, mostraram diferir significativamente de *B. textilis*, porém não se constatou diferença quando comparações entre outras espécies foram feitas.

Características físico-mecânicas do papel — Nos quadros 5 a 10 são apresentados os valores médios das características físico-inecânicas do papel obtido com a celulose sulfato das espécies em estudo, submetidas a cinco intervalos de refinação. Proce- deu-se à análise estatística dos dados, determinando-se a diferença entre médias através dos testes de Scheffé.

Confirmando resultados de trabalho anterior (2), a celulose sulfato das cinco espécies de bambu em estudo mostrou responder rapidamente ao efeito da refinação. Constatou-se efeito altamente significativo de espécies, sendo que, para um mesmo tempo de refinação, *Bambusa malingensis* foi a que apresentou pasta mais refinada, medida em graus SR.

Quando se compara a pasta celulósica de bambu com a obtida de outras matérias-primas, uma das características físico-mecânicas que mais se destacam é a resistência ao rasgamento. A análise estatística dos dados obtidos para índice de rasgo revelou ser necessário diferença mínima significativa de 23,5, ao nível de 1% de significância, com coeficiente de variação de 9,68%. *Bambusa textilis*, com índice de rasgo de 282, revelou-se superior às demais espécies, ao passo que *B. tuldooides* mostrou-se estatisticamente inferior. As outras três espécies, com resistência intermediária, não diferiram entre si.

Diferenças entre espécies, ao nível de 1% de probabilidade, foram constatadas também para o índice de arrebitamento, sendo de 3,542 a diferença mínima significativa, com coeficiente de variação de 8,20%. *B. malingensis* e *B. dissimulator* mostraram-se superiores às demais, que não diferiram entre si.

No concernente a duplas dobras, *B. dissimulator* mostrou-se **significativamente superior** às demais, que não diferiram entre si. O teste de Scheffé indicou diferença mínima significativa de 398 entre espécies, com coeficiente de variação de 35,18%.

A análise estatística pelo teste de Scheffé revelou que, com referência ao comprimento de auto-ruptura, a diferença mínima significativa para as médias das espécies estudadas foi de 460,04. Houve diferença entre as espécies, ao nível de 1% de probabilidade; o coeficiente de variação foi de 7,74%. Os valores médios

QUADRO 5. — Dados obtidos na refinação de pasta celulósica de cinco espécies de bambu procedentes de touceiras com 8-10 anos de idade, em Latossolo Roxo da Estação Experimental de Tatuí, Instituto Agrônômico (*)

Espécie	Tempo de refinação (minutos)					Média
	30	45	60	75	90	
	°SR	°SR	°SR	°SR	°SR	°SR
<i>Bambusa tuldooides</i>	28	43	59	69	77	55
<i>B. textilis</i>	24	36	54	66	75	51
<i>B. ventricosa</i>	28	41	55	67	76	53
<i>B. malingensis</i>	26	36	52	65	75	51
<i>B. dissimulator</i>	30	44	61	71	76	56

(*) Refinação em moinho Jokkro centrífugo, medida em graus SR. Dados médios de cinco cozimentos.

QUADRO 6. — Índice de rasgo da celulose sulfato de cinco espécies de bambu procedentes de touceiras com 8-10 anos de idade, em Latossolo Roxo da Estação Experimental de Tatuí, Instituto Agrônômico (*)

Espécie	Tempo de refinação (minutos)					Média
	30	45	60	75	90	
<i>Bambusa tuldooides</i>	257	226	209	188	176	211
<i>B. textilis</i>	330	320	284	256	221	282
<i>B. ventricosa</i>	286	267	240	214	203	242
<i>B. malingensis</i>	299	273	252	223	197	249
<i>B. dissimulator</i>	326	281	241	211	187	249

(*) Médias de cinco cozimentos.

QUADRO 7. — Resistência à tração, expressa pelo comprimento de auto-ruptura, em metros, de celulose sulfato de cinco espécies de bambu procedentes de touceiras com 8-10 anos de idade, em Latossolo Roxo da Estação Experimental de Tatuí, Instituto Agrônômico (*)

Espécie	Tempo de refinação (minutos)					Média
	30	45	60	75	90	
	m	m	m	m	m	m
Bambusa tuldoides	5374	5826	6539	6964	7869	6514
B. textilis	4783	5922	6529	6891	7227	6270
B. ventricosa	5095	5964	6635	6661	6998	6270
B. malingensis	5267	6133	7229	7584	7639	6770
B. dissimulator	5982	6545	7309	7667	8031	7106

(*) Médias de cinco cozimentos.

QUADRO 8. — Índice de arrebatamento da celulose sulfato de cinco espécies de bambu procedentes de touceiras com 8-10 anos de idade, em Latossolo Roxo da Estação Experimental de Tatuí, Instituto Agrônômico (*)

Espécie	Tempo de refinação (minutos)					Média
	30	45	60	75	90	
Bambusa tuldoides	38,5	43,9	52,0	55,7	61,9	50,4
B. textilis	37,0	48,6	53,4	57,0	60,3	53,3
B. ventricosa	38,4	47,3	56,0	57,5	60,6	51,9
B. malingensis	41,4	50,3	59,9	63,7	65,1	56,0
B. dissimulator	49,7	53,8	61,5	64,8	68,2	59,6

(*) Médias de cinco cozimentos.

QUADRO 9. — Resistência ao dobramento, expressa pelo número de dobras duplas de celulose sulfato, de cinco espécies de bambu procedentes de touceiras com 8-10 anos de idade, em Latossolo Roxo da Estação Experimental de Tatuí, Instituto Agronômico (*)

Espécie	Tempo de refinação (minutos)					Média
	30	45	60	75	90	
Bambusa tuldooides	298	555	947	1449	1960	1042
B. textilis	315	821	1436	1494	1595	1132
B. ventricosa	334	643	1163	1275	1621	1070
B. malingensis	313	661	1348	1565	1400	1057
B. dissimulator	991	1315	1607	1837	1730	1496

(*) Médias de cinco cozimentos.

QUADRO 10. — Pêso específico aparente de papéis produzidos com celulose sulfato de cinco espécies de bambu provenientes de touceiras com 8-10 anos de idade, em Latossolo Roxo da Estação Experimental de Tatuí, Instituto Agronômico (*)

Espécie	Tempo de refinação (minutos)					Média
	30	45	60	75	90	
Bambusa tuldooides	0,513	0,522	0,548	0,574	0,588	0,549
B. textilis	0,451	0,496	0,528	0,547	0,546	0,514
B. ventricosa	0,487	0,525	0,556	0,561	0,578	0,541
B. malingensis	0,483	0,515	0,543	0,564	0,568	0,534
B. dissimulator	0,507	0,531	0,559	0,582	0,619	0,560

(*) Médias de cinco cozimentos.

de resistência à tração, para as espécies estudadas, revelou que *B. dissimulador*, com 7.106 m de comprimento de auto-ruptura não diferiu, em nível de significância, de *B. malingensis* e de *B. tuldoides*, mas foi superior às outras duas espécies.

A análise estatística revelou diferenças significativas, ao nível de 1%, também para o peso específico aparente do papel. O coeficiente de variação foi de 4,93%, e a diferença mínima significativa, de 0,0198. Os valores médios extremos foram de 0,5127, para *B. textilis*, e 0,5595, para *B. dissimulador*.

4 — CONCLUSÕES

Pela simples observação das cinco espécies de bambu, submetidas a tratamento pelo processo sulfato neste estudo, tem-se a impressão de que, tanto no rendimento de celulose como nas suas características tecnológicas, não apresentarão nenhuma diferença, tal a semelhança de caracteres que apresentam.

Constatou-se para *B. textilis* e *B. tuldoides* rendimento de celulose que superou em praticamente 20% aquele constatado para *B. malingensis* e *B. dissimulador*.

Quanto às características físico-mecânicas, verificaram-se diferenças entre as espécies estudadas. *B. textilis* mostrou-se superior na resistência ao rasgo; *B. tuldoides*, com referência a dobras; e *B. dissimulador* superou as demais na resistência à tração e ao estouro.

BAMBOO AS A RAW MATERIAL FOR THE PULP AND PAPER INDUSTRY.

IV — STUDY OF *BAMBUSA TULDOIDES*, *B. TEXTILIS*, *B. VENTRICOSA*, *B. MALINGENSIS* AND *B. DISSIMULATOR* IN THE PRODUCTION OF KRAFT PULP

SUMMARY

Five bamboo species, very similar in the agronomic features, were studied in the production of kraft pulp. All of them have culms with about 9 m in height, 4-5 cm in diameter and weight of 4-5 kg, growing very well in the soil and climate conditions of São Paulo State. Determinations of the basic density of culms and dimension of fibres were made.

Chips were obtained mechanically and the cookings were made by the sulfate process at 160°C for 1 hour, using 14% Na₂O and 25% sulphidity.

Bambusa textilis and *B. tuldoides* which yielded, respectively 43.75% and 42.53% of unbleached pulp were statistically superior to *B. malin-gensis* and *B. dissimulator*, which yielded only 35.82% and 36.57%, but have no difference relating to *B. ventricosa* which yielded 41.74%.

Handmade sheets of 60 g/s.m. were tested according to ABCP and Tappi methods. The results showed that *B. textilis* was the best in the tearing, *B. tuldoides* in the folding and *B. dissimulator* in the mullen and tensile strength.

LITERATURA CITADA

1. CIARAMELLO, D. Bambu como matéria prima para papel. Estudo de processos de cozimento em material de *Bambusa tuldoi-des*, Munro. *Bragantia* 29:11-22, 1970.
2. ——— & AZZINI, A. Bambu como matéria prima para papel. Estudos sobre o emprêgo de *Bambusa vulgaris*, Schrad, *Bambusa vulgaris* Schrad var. *vittata* A & C Riv. e *Bambusa oldhami*, Munro, na produção de celulose sulfato. *O Papel* 32(2):33-40, 1971.
3. GUHA, S. R. D. & PANT, P. C. Bamboo pulps by neutral sulphite semi-chemical process. *Research & Industry* 6(2):49-51, 1961.
4. ———; SINGH, M. M.; SHARMA, Y. L. & GULATI, A. S. Wrapping, writing and printing papers from bamboo dust. *Indian Pulp & Paper* 21(3):1-4, 1966.
5. PETROFF, G. & NORMAND, D. Les propriétés physiques et meca-niques du papier en correlation avec les dimensions caracteris-tiques de fibres de bois feuillus tropicaux. Nogent-sur-Marne, Centre Technique Forestier Tropical, 1965. 18p.
6. RAITT, W. The digestion of grasses and bambo for papermaking. London, Technical Press Ltd, 1931. 116p.
7. STEVENS, R. H. Bamboo: the facts and the problem. South-eastern Chemurgic Conference, Lakeland, Florida, Nov. 13, 1957. 5p.