

pastas celulósicas sulfato branqueadas de folhosas — ênfase especial ao eucalipto brasileiro

SILVIA BUGAJER

Centro Técnico em Celulose e Papel

APRESENTAÇÃO

Este trabalho foi apresentado na XIX Reunião Anual da Asociacion Mexicana de Tecnicos de la Celulosa y del Papel, realizada de 22 a 26 de maio de 1979, no México.

Fala da introdução do eucalipto no Brasil, seu desenvolvimento e aplicação na fabricação de

celulose branqueada, além de compará-lo com outras folhosas.

Apresenta ainda os vários tipos de papéis para escrever, imprimir, embalagem e especiais que podem ser produzidos, com ou sem mistura de outras fibras.

RESUMO

O trabalho apresenta um breve histórico sobre a introdução e desenvolvimento do eucalipto no Brasil. As características morfológicas, químicas e físicas de pastas celulósicas sulfato branqueadas de eucalipto brasileiras são apresentadas e comparadas com as pastas de outras folhosas. Finalmente são evidenciadas as características papeleiras do produto nacional e a sua aplicação em diversos tipos de papéis.

ABSTRACT

This paper presents a short background history about the introduction and development of eucalyptus in Brazil. The mor-

phological, chemical and physical characteristics of the Brazilian bleached kraft eucalyptus pulps are presented and compared with that of other hardwood pulps. Finally, the papermaking characteristics of the national product are shown, as well as its application in the manufacture of several paper grades.

INTRODUÇÃO

Dentre as matérias-primas fibrosas atualmente utilizadas pela indústria brasileira de pastas celulósicas o eucalipto destaca-se consideravelmente.

Em 1977, produziu-se no Brasil 1,5 milhão de toneladas de pastas celulósicas, sendo que deste total 64% ou 960.000 toneladas foram de eucalipto.

O eucalipto foi introduzido no Brasil em fins do século passado, mas sendo então utilizado apenas como árvore decorativa.

Já no início deste século, o eucalipto começou a ser cultivado sistematicamente por Edmundo Navarro de Andrade, sob os auspícios da Companhia Paulista de Estradas de Ferro. Estas experiências mostram que o eucalipto se desenvolvia rapidamente, o que incentivou plantios em larga escala, que garantiram o fornecimento crescente e permanente de combustível para as locomotivas a vapor.

Quando as locomotivas a vapor foram substituídas por locomotivas movidas a óleo ou eletricidade, estas florestas começaram a

ser utilizadas em outros setores industriais e, em meados de 1950, teve início a produção industrial de pastas celulósicas de eucalipto no Brasil.

Atualmente, o País conta com cerca de 4,5 bilhões de árvores de eucalipto, plantadas numa área aproximada de 3.000.000 de hectares.

Este enorme potencial de material fibroso tem incentivado cada vez mais o crescimento da indústria de pastas celulósicas do País, que requer uma tecnologia própria para o melhor aproveitamento desta matéria-prima, produzindo um produto de elevada qualidade e comparável com aquele produzido em outros países.

A fim de contribuir com o desenvolvimento tecnológico da indústria nacional, o Centro Técnico em Celulose e Papel do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. tem elaborado inúmeros estudos com o eucalipto. Dentre estes, destaca-se a avaliação das características das pastas celulósicas de eucalipto produzidas no País e a comparação destas com outras pastas celulósicas de folhosas oriundas de outras regiões geográficas.

Uma parte deste estudo é apresentada no presente trabalho.

As pastas celulósicas sulfato branqueadas de eucalipto brasileiras, cujas características são apresentadas a seguir, são amostras representativas da produção de quatro indústrias nacionais. As demais pastas foram recebidas de diferentes países, conforme indicado no trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As pastas celulósicas, que são objeto deste estudo, são pastas sulfato branqueadas, com um grau de alvura em torno de 90% Elrepoh, cuja origem e composição encontram-se na tabela 1.

Pode-se observar que apenas as pastas celulósicas brasileiras e australianas são constituídas por 100% de eucalipto, enquanto que as demais são misturas de folhosas e algumas delas ainda contêm coníferas em quantidades que variam de 2,5% a 6,5%.

Tabela 1. ORIGEM E CONSTITUIÇÃO DAS PASTAS CELULÓSICAS SULFATO BRANQUEADAS DE FOLHOSAS.

AMOSTRA	PAÍS DE ORIGEM	TIPOS DE FIBRAS	COMPOSIÇÃO (%)
1	Brasil	Eucalyptus spp	100,0
2	Brasil	Eucalyptus spp	100,0
3	Brasil	Eucalyptus spp	100,0
4	Brasil	Eucalyptus spp	100,0
5	Austrália	Eucalyptus spp	100,0
6	Austrália	Eucalyptus spp	100,0
7	África do Sul	Eucalyptus spp Acacia mearnsii	60,0 40,0
8	Finlândia	Betula verrucosa Populus spp Pinus spp	85,2 10,4 4,4
9	Finlândia	Betula verrucosa Populus spp Pinus spp	89,0 6,9 4,1
10	Finlândia	Betula verrucosa Populus spp Pinus spp e Picea spp	85,8 7,7 6,5
11	Suécia	Betula verrucosa Populus spp Pinus spp	81,8 15,6 2,6
12	Estados Unidos	Acer spp Populus spp Betula spp Pinus spp e Picea spp	46,9 32,9 17,0 3,2
13	Estados Unidos	Liquidambar spp Acer spp Liriodendron spp Magnolia spp	51,6 18,8 14,1 15,5
14	Canadá	Acer spp Betula spp Populus spp	71,1 19,8 9,1
Nota:		Liquidambar - sweetgum Liriodendron - yellow poplar Picea - spruce	

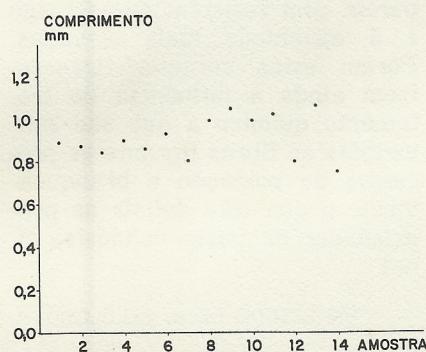
Tabela 2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DAS PASTAS CELULÓSICAS SULFATO BRANQUEADAS DE FOLHOSAS

AMOSTRA	DIMENSÕES MÉDIAS					RELAÇÃO ENTRE AS DIMENSÕES				
	C mm	D μm	E μm	L μm	C/D	(L/D) × 100	(2E/D) × 100	ÍNDICE DE RUNKEL		
1	0,89	18,45	4,24	9,86	48,24	53,44	45,96	0,86		
2	0,87	18,36	4,42	9,51	47,39	51,80	48,15	0,93		
3	0,84	18,46	4,15	10,15	45,50	54,98	44,96	0,82		
4	0,90	19,38	4,49	10,42	46,44	53,77	46,34	0,86		
5	0,86	21,33	5,30	10,57	40,31	49,55	49,70	1,00		
6	0,93	21,38	5,38	10,68	43,50	49,95	50,33	1,01		
7	0,80	19,70	4,20	11,00	40,60	55,83	42,64	0,76		
8	0,99	26,53	4,30	17,91	37,32	67,51	32,42	0,48		
9	1,04	28,75	4,81	19,05	36,17	66,26	33,46	0,50		
10	0,99	25,24	5,58	14,08	39,22	55,78	44,21	0,79		
11	1,02	22,81	7,63	9,58	44,72	42,00	66,90	1,59		
12	0,80	21,70	4,50	12,60	36,87	58,06	41,47	0,71		
13	1,06	22,00	6,10	9,90	48,18	45,00	55,45	1,23		
14	0,75	21,00	4,50	12,00	35,71	57,14	42,86	0,75		

A tabela 2 apresenta as características morfológicas das pastas celulósicas.

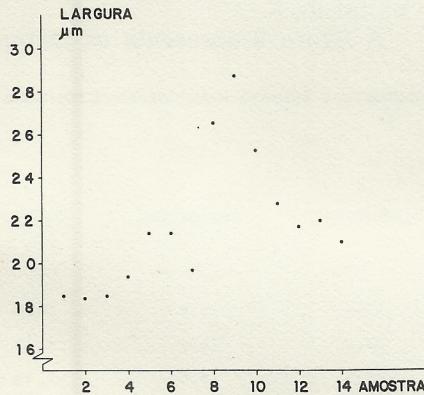
Os comprimentos médios das fibras das pastas celulósicas encontram-se na figura 1.

FIG.1. COMPRIMENTO MÉDIO DAS FIBRAS



Os valores encontrados para as fibras das pastas de eucalipto variam entre 0,84 mm e 0,93 mm. As demais pastas apresentaram valores bastante semelhantes, sendo que o maior valor encontrado para o comprimento médio foi de 1,06 mm e o menor de 0,75 mm. As pastas de bétula apresentaram valores de comprimento de fibra mais elevados que as pastas de eucalipto.

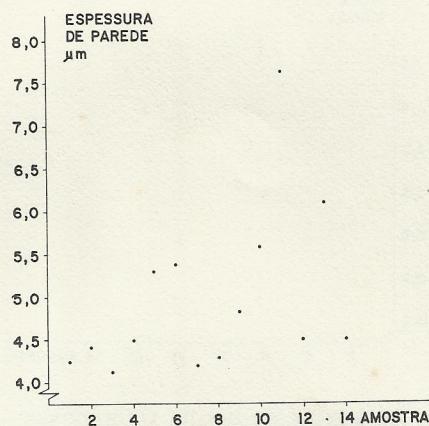
FIG.2. LARGURA MÉDIA DAS FIBRAS



Na figura 2 encontram-se as larguras médias das fibras das pastas celulósicas.

As pastas celulósicas de eucalipto brasileiras apresentaram os menores valores para largura média de fibras, variando entre 18,36 μm e 19,38 μm . As pastas de bétula apresentaram os valores mais elevados de largura de fibras, sendo 28,75 μm o valor mais alto.

FIG.3. ESPESSURA MÉDIA DA PAREDE DAS FIBRAS



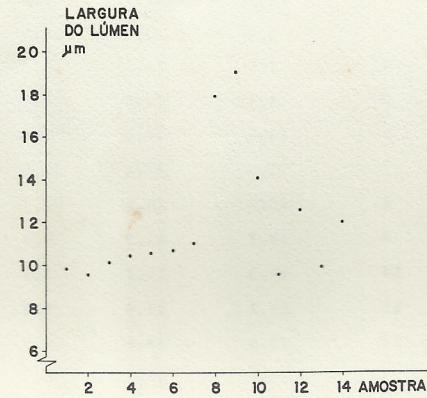
Na figura 3 encontram-se as espessuras médias das paredes das fibras das pastas celulósicas.

As espessuras médias das paredes das fibras das pastas celulósicas, de eucalipto brasileiras encontram-se entre os menores valores observados, variando entre 4,15 μm e 4,49 μm . A amostra sueca apresentou o maior valor, 7,63 μm .

Fibras de parede espessa tendem a manter sua forma original no papel, não se ajustando perfeitamente, dando origem a papéis pouco densos, com baixa resistência à tração e ao estouro, mas com boa resistência ao rasgo e elevada opacidade. Fibras de parede delgada sofrem colapso, o que as tornam mais flexíveis, facilitando a ligação entre fibras, o que dá origem a um papel mais denso, com boa resistência à tração e ao estouro, menos opaco e com menor resistência ao rasgo.

As larguras médias dos lúmens das fibras encontram-se na figura 4.

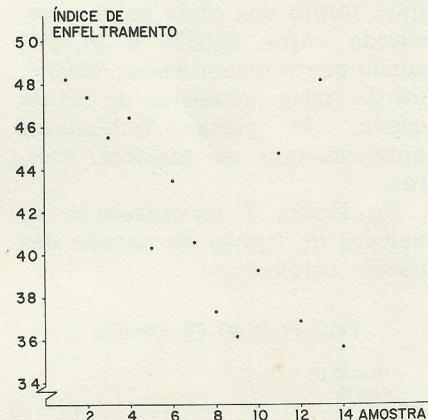
FIG.4. LARGURA MÉDIA DO LÚMEN DAS FIBRAS



Os valores apresentados pelas pastas celulósicas de eucalipto encontram-se entre os mais baixos, variando entre 9,51 μm e 11,0 μm . Os valores de largura de lúmen mais elevados foram apresentados pelas pastas de bétula finlandesas, variando entre 14,08 μm e 19,05 μm .

Os valores de índice de enfeltramento encontram-se na figura 5.

FIG. 5. ÍNDICE DE ENFELTRAMENTO

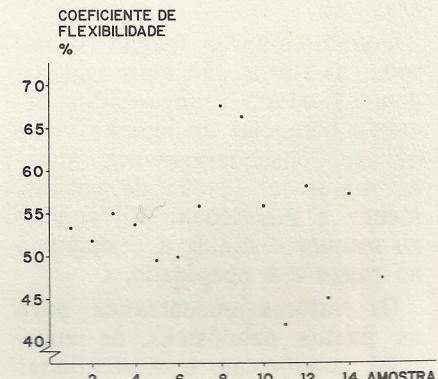


O índice de enfeltramento é a relação entre o comprimento médio das fibras e a largura média das fibras.

As pastas celulósicas de eucalipto brasileiras apresentaram valores de índice de enfeltramento mais elevados que as demais pastas celulósicas. Seus valores variaram de 45,50 a 48,24.

A pasta celulósica de "sweet-gum" também apresentou um valor de índice de enfeltramento elevado, 48,18.

FIG.6. COEFICIENTE DE FLEXIBILIDADE



Na figura 6 encontram-se os coeficientes de flexibilidade das pastas celulósicas.

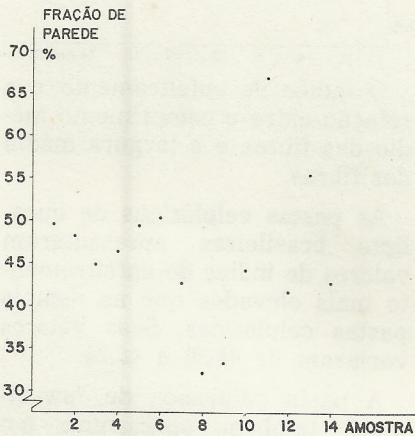
Coeficiente de flexibilidade é a relação percentual entre a largura média do lúmen das fibras e a largura média das fibras.

Quanto maior o coeficiente de flexibilidade, mais flexíveis são as fibras e maior a possibilidade de ligação entre as fibras, o que acarretará maior resistência à tração e ao estouro e em certos casos menor resistência ao rasgo e à opacidade.

Entre os valores de coeficiente de flexibilidade encontrados, os das pastas celulósicas de eucalipto foram dos mais baixos, variando entre 49,55% e 54,98%, sendo que o menor valor, 42,00%, foi da pasta celulósica de bétula sueca. As pastas finlandesas apresentaram os maiores valores.

Na figura 7 encontram-se os valores de fração de parede das pastas celulósicas.

FIG. 7. FRAÇÃO DE PAREDE

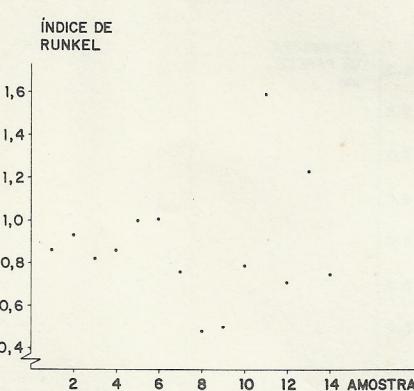


Fração de parede é a relação percentual entre o dobro da espessura média das paredes das fibras e a largura média das fibras.

Quanto maior a fração de parede, as fibras são mais rígidas, pouco flexíveis e apresentam pequeno potencial de ligação entre fibras. Conseqüentemente, quanto maior a fração de parede, menor a resistência à tração e ao estouro e maior a resistência ao rasgo e à opacidade.

Os valores encontrados para as pastas celulósicas de eucalipto brasileiras e australianas foram dos mais elevados, entre 44,96% e 50,33%. A pasta de bétula da Suécia apresentou o maior valor de fração de parede, 66,90%.

FIG. 8. ÍNDICE DE RUNKEL



As pastas de bétula finlandesas apresentaram os menores valores.

Os valores de índice de Runkel, das pastas celulósicas encontram-se na figura 8.

Índice de Runkel é a relação entre o dobro da espessura média das paredes das fibras e a largura média dos lúmens das fibras.

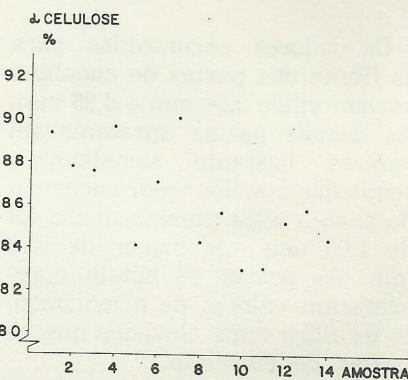
Quanto menor o índice de Runkel, maior o potencial de ligação entre fibras, o que acarretará uma maior resistência à tração e ao estouro e menor resistência ao rasgo e à opacidade.

As pastas celulósicas de eucalipto brasileiras e australianas apresentaram valores de índice de Runkel dos mais elevados, entre 0,82 e 1,01. A pasta de bétula sueca apresentou um índice de Runkel de 1,59, enquanto que as pastas de bétula finlandesas

apresentaram os menores valores, 0,48 e 0,50.

As características morfológicas derivadas das relações entre as dimensões médias das fibras indicam que as pastas celulósicas contendo 100% de fibras de eucalipto devem apresentar resistência à tração e ao estouro semelhante ou ligeiramente inferiores às demais pastas de folhosas, porém com resistências ao rasgo e à opacidade mais elevadas. Porém estas características sofrem ainda a influência do tratamento químico a que são submetidas as fibras durante os processos de polpação e branqueamento e que irão definir as propriedades da pasta celulósica final.

FIG. 9. TEOR DE α -CELULOSE



As propriedades químicas das pastas celulósicas encontram-se na tabela 3.

A figura 9 apresenta os teores

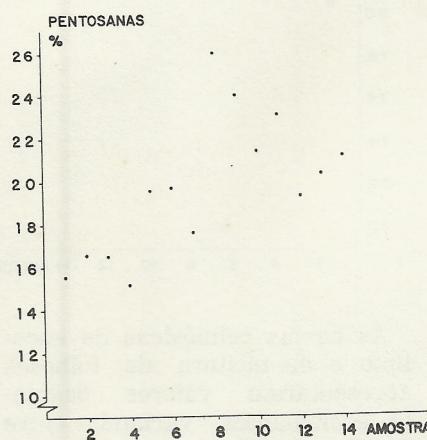
Tabela 3. PROPRIEDADES QUÍMICAS DAS PASTAS CELULÓSICAS SULFATO BRANQUEADAS DE FOLHOSAS

AMOSTRA	SOLÚVEIS EM NaOH			α -CELULOSE	PENTOSANAS	CINZAS			
	5%								
	%	%	%						
1	9,4	11,0	7,3	89,4	15,6	0,19			
2	9,7	12,8	9,0	87,8	16,6	0,13			
3	9,8	13,7	10,0	87,6	16,5	0,28			
4	7,6	12,0	8,3	89,7	15,2	0,25			
5	14,4	13,5	8,7	84,1	19,6	0,36			
6	13,8	14,3	8,8	87,1	19,7	0,32			
7	11,3	16,1	11,0	90,1	17,6	0,25			
8	20,0	10,6	7,7	84,3	26,0	0,15			
9	18,3	11,3	8,9	85,7	24,0	0,20			
10	17,3	14,2	7,9	83,0	21,4	0,13			
11	19,2	11,8	8,5	83,1	23,1	0,20			
12	12,8	19,5	9,0	85,2	19,3	0,49			
13	14,7	13,3	6,3	85,8	20,3	0,14			
14	15,7	18,2	8,3	84,4	21,1	0,069			

de α -celulose das pastas celulósicas.

As pastas celulósicas de eucalipto apresentaram os valores mais elevados de α -celulose, com exceção da amostra 5 oriunda da Austrália (84,1%). Os valores encontrados variaram entre 87,6% e 90,1%.

FIG.10. TEOR DE PENTOSANAS



A figura 10 apresenta os teores de pentosanas das pastas celulósicas.

As pastas celulósicas de eucalipto apresentaram os valores mais baixos de pentosanas, sendo os valores das pastas brasileiras os menores (entre 15,2% e 16,6%). As pastas de bétula apresentaram os valores mais elevados, sendo que o maior foi de 26,0% de pentosanas.

A tabela 4 apresenta os valores das características físicas das pastas celulósicas em função do grau de refinação. Estes valores foram obtidos por interpolação gráfica.

Na tabela 5 encontram-se os valores das características físicas das pastas celulósicas interpolados para 50°SR.

FIG.11. VOLUME ESPECÍFICO APARENTE A 50° SR

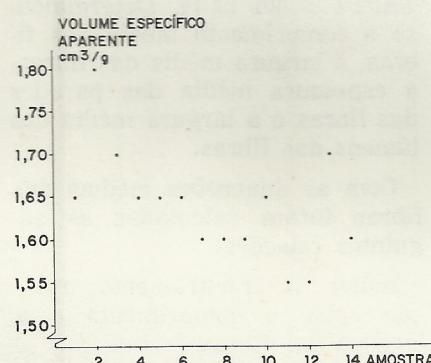


Tabela 4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS PASTAS CELULÓSICAS SULFATO BRANQUEADAS DE FOLHOSAS

AMOSTRA	GRAU DE REFINAÇÃO ° SR	VOLUME ESPECÍFICO APARENTE cm³/g	ÍNDICE DE TRAÇÃO N.m/g	ÍNDICE DE ESTOIRO kPa.m²/g	ÍNDICE DE RASGO mN.m²/g	RESISTÊNCIA A DOBRAS DUPLAS (Kohler-Molin)	OPACIDADE (Elrepho) %
1	15	2,65	9,0	0,10	1,95	-	82,5
	20	2,30	41,0	1,75	7,20	-	82,0
	30	1,85	59,5	3,60	9,40	35	79,0
	40	1,65	68,0	4,25	10,2	85	77,0
	50	1,65	72,0	4,55	10,7	175	77,0
2	18	2,60	12,5	0,65	3,75	-	82,0
	20	2,30	31,5	2,10	6,50	-	81,0
	30	1,90	55,5	3,60	10,6	20	78,5
	40	1,85	63,5	4,05	11,4	40	77,5
	50	1,80	70,0	4,40	11,8	120	77,0
3	18	2,30	20,0	0,90	3,25	-	83,0
	20	2,15	34,0	1,65	7,20	5	82,5
	30	1,85	61,0	3,80	10,6	40	79,0
	40	1,75	71,5	4,75	11,8	100	77,0
	50	1,70	77,5	4,70	12,3	210	76,0
4	17	2,20	21,5	1,00	3,90	-	83,0
	20	2,00	39,5	1,95	6,85	10	81,5
	30	1,80	62,5	4,00	10,5	40	78,0
	40	1,70	73,0	4,70	11,4	90	76,5
	50	1,65	77,0	4,75	12,3	170	76,5
5	21	2,15	24,0	1,15	3,65	1	85,0
	30	1,80	56,0	3,60	6,20	40	80,5
	40	1,70	67,5	4,55	8,55	95	77,5
	50	1,65	70,5	4,75	9,55	145	77,0
	20	2,20	19,0	0,70	3,25	1	83,0
6	30	1,80	49,5	3,10	6,65	25	79,0
	40	1,70	59,5	4,05	8,00	55	76,0
	50	1,65	63,5	4,40	7,90	80	76,0
	20	2,15	23,0	1,20	4,65	2	83,5
7	30	1,75	60,5	3,65	7,80	25	79,0
	40	1,65	70,0	3,70	9,45	50	78,5
	50	1,60	69,0	3,85	9,50	60	78,5
	30	1,75	75,5	3,75	9,10	105	74,0
8	40	1,65	74,5	4,25	9,70	175	73,5
	50	1,60	77,0	4,50	9,80	400	72,5
	30	1,70	57,5	3,60	8,95	105	71,5
9	40	1,65	67,0	3,65	9,15	145	71,5
	50	1,60	79,0	3,80	8,95	280	73,0
	30	1,75	65,5	3,50	9,60	120	75,5
10	40	1,70	68,5	3,90	9,80	240	74,0
	50	1,65	70,0	4,15	9,80	355	73,5
	16	2,25	13,5	0,40	2,85	-	-
11	20	2,00	34,5	2,10	7,40	15	-
	30	1,65	55,5	3,25	9,40	25	-
	40	1,55	59,0	3,70	9,25	35	-
	50	1,55	61,0	4,00	9,10	45	-
	23	2,20	15,0	0,75	3,90	-	83,5
12	30	1,85	28,5	2,15	7,00	5	80,0
	40	1,60	47,5	3,10	7,30	10	77,0
	50	1,55	59,5	3,35	6,25	15	76,5
	19	2,45	12,0	0,45	4,20	-	81,4
	20	2,35	17,5	0,75	4,90	-	80,0
13	30	1,85	51,5	2,85	8,10	10	74,0
	40	1,75	50,0	3,15	8,15	20	74,5
	50	1,70	48,5	3,25	8,00	25	73,5
	23	2,15	13,0	0,35	2,35	-	85,0
	30	1,75	49,0	2,75	6,15	5	78,5
14	40	1,65	56,5	3,10	7,05	20	77,5
	50	1,60	60,5	3,40	7,35	30	77,5
	30	1,75	75,5	3,75	9,80	-	-

A figura 11 apresenta o volume específico aparente das pastas celulósicas interpolado para 50° SR.

As pastas celulósicas de eucalipto brasileiras e australianas, assim como a pasta de "sweet-gum" apresentaram valores elevados de volume específico aparente, que variam entre 1,65 cm³/g e 1,80 cm³/g.

Os valores de resistência à tração interpolados para 50°SR encontram-se na figura 12.

As pastas celulósicas de eucalipto apresentaram valores de

FIG.12. ÍNDICE DE TRAÇÃO A 50° SR

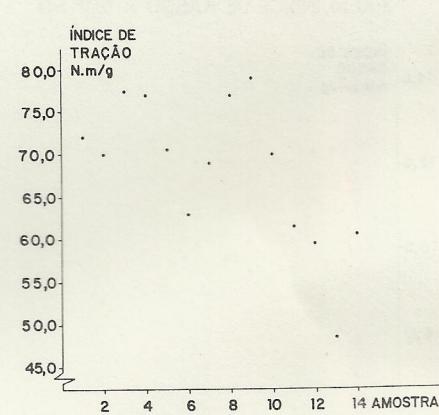
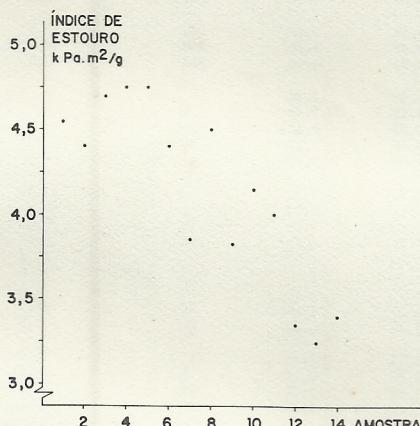


Tabela 5. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS PARA PASTAS CELULÓSICAS REFINADAS A 50° SR

AMOSTRA	VOLUME ESPECÍFICO APARENTE cm ³ /g	ÍNDICE DE TRAÇÃO N.m/g	ÍNDICE DE ESTOIRO kPa.m ² /g	ÍNDICE DE RASGO mN.m ² /g	RESISTÊNCIA A DOBRAS DUPLAS (Kohler-Mollin)	OPACIDADE (Elrepho) %
1	1,65	72,0	4,55	10,7	175	77,0
2	1,80	70,0	4,40	11,8	120	77,0
3	1,70	77,5	4,70	12,3	210	76,0
4	1,65	77,0	4,75	12,3	170	76,5
5	1,65	70,5	4,75	9,55	145	77,0
6	1,65	63,5	4,40	7,90	80	76,5
7	1,60	69,0	3,85	9,50	60	78,5
8	1,60	77,0	4,50	9,80	400	72,5
9	1,60	79,0	3,80	8,95	280	73,0
10	1,65	70,0	4,15	9,80	355	73,5
11	1,55	61,0	4,00	9,10	45	-
12	1,55	59,5	3,35	6,25	15	76,5
13	1,70	48,5	3,25	8,00	25	75,5
14	1,60	60,5	3,40	7,35	30	77,5

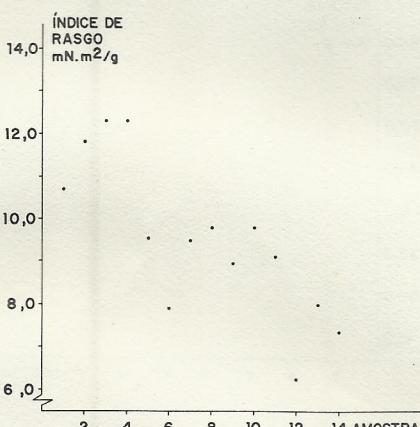
índice de tração (entre 63,5 N.m/g e 77,5 N.m/g) compatíveis com as pastas celulósicas de bétula (entre 61,0 N.m/g e 79,0 N.m/g). As demais pastas de misturas de folhosas apresentaram valores mais baixos de índices de tração.

FIG.13. ÍNDICE DE ESTOIRO A 50° SR



Na figura 13 encontram-se os valores de resistência ao estouro interpolados para 50°SR.

FIG.14. ÍNDICE DE RASGO A 50° SR



Os valores de índice de estouro encontrados para as pastas celulósicas de encalíptio foram os mais elevados variando entre 4,40 kPa.m²/g e 4,75 kPa.m²/g.

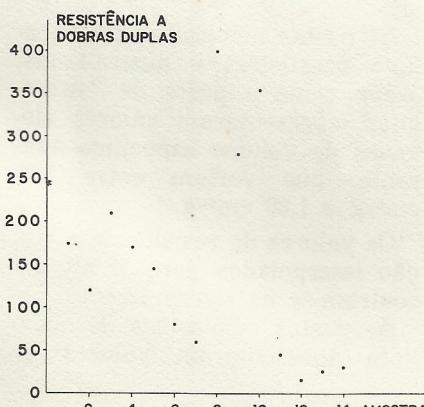
Os valores de resistência ao rasgo interpolados para 50°SR encontram-se na figura 14.

As pastas celulósicas de eucalipto brasileiras apresentaram os valores de índice de rasgo mais elevados, entre 10,7 mN.m²/g e 12,3 mN.m²/g, valores estes consideráveis por se tratarem de pastas celulósicas de folhosas. As demais pastas apresentaram valores de índice de rasgo abaixo de 9,80 mN.m²/g.

Os valores de resistência a dobras duplas interpolados para 50°SR encontram-se na figura 15.

As pastas celulósicas de bétula finlandesas apresentaram valores bastante elevados, variando entre 280 e 400. As pastas celulósicas de eucalipto apresentaram valores entre 60 e 210, e as pastas de misturas de folhosas

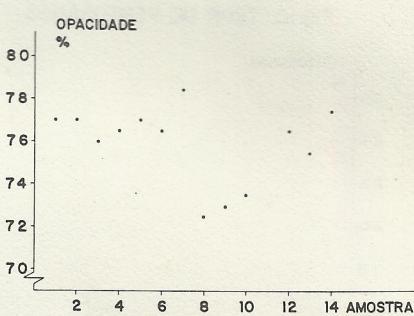
FIG.15. RESISTÊNCIA A DOBRAS DUPLAS A 50° SR



apresentaram valores muito baixos, entre 15 e 30.

A figura 16 mostra os valores de opacidade Elrepho interpolados para 50°SR.

FIG.16 OPACIDADE A 50° SR



As pastas celulósicas de eucalipto e de mistura de folhosas apresentaram valores bastante semelhantes, variando entre 75,5% e 78,5%, enquanto que as pastas celulósicas de bétula finlandesas apresentaram valores bem menores, entre 72,5% e 73,5%. Este fato se deve, principalmente, ao teor de pentosanas mais elevado das pastas de bétula.

MÉTODO EXPERIMENTAL

1. Exame microscópico

As pastas celulósicas foram submetidas a um exame microscópico. Ao se verificar, através da análise qualitativa, que muitas das amostras observadas apresentavam misturas de fibras, efetuou-se uma análise quantitativa, a fim de se obter a participação percentual de cada tipo de fibra.

As características morfológicas das pastas celulósicas foram determinadas segundo a norma TAPPI T 401 os-74. Determinou-se o comprimento médio das fibras, a largura média das fibras, a espessura média das paredes das fibras e a largura média dos lúmens das fibras.

Com as dimensões médias das fibras foram calculadas as seguintes relações:

Índice de enfeltramento: relação entre o comprimento e a largura das fibras

Coeficiente de flexibilidade: relação percentual entre a largura do lúmen e a largura das fibras

Fração de parede: relação percentual entre o dobro da espessura de parede e a largura das fibras

Índice de Runkel: relação entre o dobro da espessura de parede e a largura do lúmen

2. Análise química

As propriedades químicas das pastas celulósicas foram determinadas de acordo com os seguintes métodos:

Solubilidade em NaOH 5%, 10% e 18%	TAPPI T 235 os-76
Teor de α -celulose	TAPPI T 203 os-61
Teor de pentosanas	ABCP C 8/71
Teor de cinzas	TAPPI T 211 m-58

CONCLUSÕES

As pastas celulósicas sulfato branqueadas de eucalipto produzidas no Brasil, quando comparadas com outras pastas celulósicas de folhosas existentes no

mercado mundial, apresentam as seguintes características papeleiras:	volvimento desta indústria no País, têm sido utilizadas em um número muito grande de tipos de papéis, sendo em muitos casos a única matéria-prima fibrosa utilizada.
1. elevado volume específico aparente, podendo ser aplicada na fabricação de papéis que requerem um certo corpo, mas baixa gramatura, por exemplo: papéis para correspondência aérea.	praticamente todos os tipos de papéis para escrever e imprimir de altíssima qualidade, exclusivamente com pasta celulósica de eucalipto. Entre os tipos de papéis para escrever e imprimir fabricados no País, contendo pasta celulósica de eucalipto, podemos citar: apergaminhado, offset, couché, super bond, flor post, buffon, base para etiquetas.

1. elevado volume específico aparente, podendo ser aplicada na fabricação de papéis que requerem um certo corpo, mas baixa gramatura, por exemplo: papéis para correspondência aérea.
2. boa resistência à tração
3. elevada resistência ao estouro
4. elevada resistência ao rasgo
5. resistência a dobras duplas razoável
6. elevada opacidade

As pastas celulósicas sulfato de eucalipto, devido às suas características papeleiras e ao desen-

Gramatura	ABCP P6/70
Espessura, volume específico aparente	ABCP P5/77
Resistência à tração	ABCP P7/70
Resistência ao rasgo	ABCP P9/69
Resistência ao estouro	ABCP P8/71
Resistência a dobras duplas (Kohler — Mollin)	Merkblatt V/12/57
Opacidade (Elrepho)	ABCP P18/73

volvimento desta indústria no País, têm sido utilizadas em um número muito grande de tipos de papéis, sendo em muitos casos a única matéria-prima fibrosa utilizada. Atualmente, são produzidos no Brasil papéis para escrever e imprimir de altíssima qualidade, exclusivamente com pasta celulósica de eucalipto. Entre os tipos de papéis para escrever e imprimir fabricados no País, contendo pasta celulósica de eucalipto, podemos citar: apergaminhado, offset, couché, super bond, flor post, buffon, base para etiquetas.

A pasta celulósica de eucalipto, exclusivamente ou em mistura com outras fibras, pode ser utilizada na fabricação de papéis de embalagem com kraft diversos, monolúcidos e cartões diversos — simples, duplex, revestidos ou não revestidos.

Papéis especiais também podem ser fabricados com pasta celulósica de eucalipto, com ou sem mistura de outras fibras. Entre estes tipos de papéis podemos citar: base carbono, base sem carbono, heliográfico, base fórmica, tissue, bíblia, base siliconizada, base para impregnação e base para gofrado.