

DESLIGNIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS AGRÍCOLAS DA CULTURA DA MAMONA PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE E PAPEL ⁽¹⁾

ANÍSIO AZZINI (2), *Seção de Plantas Fibrosas*, ANGELO SAVY FILHO, *Seção de Oleaginosas*, ANTONIO LUIZ DE BARROS SALGADO, *Seção de Plantas Fibrosas*, e FRANCISCA ZULEIDE ARNALDI (3), *Instituto Agrônômico*.

RESUMO

Foram estudados os resíduos agrícolas da cultura da mamona (cultivar IAC-80), visando a sua conversão em celulose para papel, mediante os processos alcalinos soda e sulfato. A quantidade estimada desse material nas áreas dos experimentos foi 17, 20 e 26t/ha, respectivamente, para as regiões de Campinas, Tatuí e Tietê. A densidade básica dos caules e ramos da mamona em comparação com as madeiras é baixa (0,228g/cm³). O estudo micrométrico mostrou que as fibras do liber são extremamente longas (5,51mm), contrastando com as fibras curtas do lenho (0,87mm). Os valores obtidos para as diversas características tecnológicas estudadas evidenciam a possibilidade técnica de utilizar esse resíduo agrícola para produção de celulose e papel, ressaltando que seu principal inconveniente é o elevado teor de medula (21,17%). A fração medular, por não ser fibrosa, influi negativamente no rendimento em celulose e no consumo de reagentes químicos.

1. INTRODUÇÃO

Em nosso País, tem grande significado econômico o cultivo da mamona, visando à produção de óleo, principalmente pelas suas amplas possibilidades de utilização nas indústrias química, têxtil, eletrônica,

(1) Recebido para publicação a 16 de junho de 1983.

(2) Com bolsa de suplementação do CNPq.

(3) Estagiária da Seção de Plantas Fibrosas.

mecânica e automotiva. Em 1982, a área de plantio com mamona atingiu 470.000 hectares, produzindo 119.000 toneladas de óleo (10). Essa produção, que representou 35% da mundial, possibilitou ao Brasil manter a hegemonia no mercado internacional.

A cultura da mamona, com um ciclo vegetativo de aproximadamente 240 dias, fornece, além do óleo, grande quantidade de resíduos agrícolas fibrosos que podem ser convertidos em celulose para papel (2). Normalmente, as folhas, ramos e caules da mamona são destruídos (queimados), visando preparar convenientemente o terreno para novos plantios. Esse procedimento, que representa um desperdício de fitomassa, não se justifica nos dias atuais, pois, não apresentando utilização econômica, esse material deve ser incorporado ao solo, cujas características físicas, químicas e biológicas melhorarão.

A indústria de celulose e papel está cada vez mais preocupada com o futuro suprimento de matérias-primas fibrosas para atender à crescente demanda do setor. Essa preocupação se baseia na escassez e na progressiva valorização da madeira, que representa mais de 90% da matéria-prima nacional convertida em celulose e papel. Estimativas recentes demonstram que, em 1988, ocorrerá um déficit de 11,7 milhões de estéreos de madeiras folhosas e resinosas, fornecedores, respectivamente, de fibras curtas e longas (4). A situação é mais crítica para as madeiras coníferas ou resinosas, cuja importação, em 1981, atingiu 65.000 toneladas de celulose, que foram empregadas na fabricação de papéis para jornal e embalagem (5).

Dentre as várias opções para suprir ou aumentar a oferta de matérias-primas fibrosas para a indústria de celulose e papel, pode-se destacar, além da expansão das áreas reflorestadas, a utilização das espécies não-arbóreas, incluindo os resíduos agrícolas. No Brasil, apesar de sua grande possibilidade de emprego pela indústria papeleira, esses materiais permanecem numa posição de absoluta inferioridade, principalmente por falta de maior motivação econômica, aliada ao desconhecimento tecnológico de aproveitamento. A potencialidade dos resíduos agrícolas pode ser evidenciada, considerando que sua produção nas culturas de milho, arroz, algodão e mamona, no Estado de São Paulo, atingiu, em 1982, cinco milhões de toneladas, correspondendo a 41,6% de déficit de madeiras estimado para 1988.

Os estudos conduzidos por NIESCHLAG (9) ressaltam que as fibras liberianas de mamona (*Ricinus communis* L.) são extremamente longas, sendo possível usá-las como fibras têxteis para indústria de cordoalha. AZZINI et alii (2) observaram que o comprimento médio das fibras, em três cultivares de mamona, variou de 6,4 a 7,4mm para as do líber e de 0,95 a 1,00mm para as do lenho.

O objetivo desse estudo foi determinar as características tecnológicas das pastas celulósicas obtidas pelos processos soda e sulfato a partir dos resíduos fibrosos da cultura da mamona.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os resíduos agrícolas (parte aérea das plantas, com exceção das folhas) da cultura da mamona (cultivar IAC-80) provenientes de um experimento conduzido em 1982 no Centro Experimental de Campinas, pela Seção de Oleaginosas.

A quantidade dos resíduos agrícolas fibrosos produzida por unidade de área foi determinada em três locais diferentes (Tietê, Tatuí e Campinas), amostrando, para cada um deles, 50 plantas típicas e homogêneas, tomadas inteiramente ao acaso na área de cada experimento.

A densidade básica do material fibroso em estudo foi determinada pelo método do máximo teor de umidade (7). Os teores de liber, lenho e medula foram calculados pela relação percentual entre o peso de cada fração e o peso inicial da amostra seca em estufa a 60°C. O estudo micrométrico das fibras foi realizado em amostras de liber e lenho, maceradas em solução contendo ácido acético glacial (50%), água oxigenada a 130 volumes (30%) e água destilada (20%). Essa solução foi mantida em ebulição sob condensador até completa individualização dos elementos anatômicos. Após coloração, as fibras foram dimensionadas quanto ao comprimento, diâmetro do lúmen e espessura da parede celular, em microscópio provido de ocular especial com filamento móvel. A largura das fibras foi calculada indiretamente, somando-se o valor do diâmetro do lúmen e duas vezes a espessura da parede celular. O comprimento intermediário das fibras, obtido quando se misturam fibras longas do liber com fibras curtas do lenho, foi estimado conforme método preconizado por NIESCHLAG et alii (9). As relações existentes entre as dimensões das fibras, consideradas como importantes parâmetros relacionados com a qualidade da celulose, foram determinadas segundo MILANEZ & FOELKEL (8).

As análises químicas do material em estudo foram realizadas segundo normas da ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL (1). O teor de celulose no lenho e liber foi calculado pela relação percentual entre o peso da celulose e o da amostra seca em estufa a 60°C. As pastas celulósicas foram obtidas por meio dos processos alcalinos soda e sulfato, com três níveis de concentração dos reagentes químicos, conforme as condições apresentadas no quadro 1.

A conversão do material fibroso em pastas celulósicas foi realizada em digestor rotativo (2rpm) com capacidade para 20 litros, aquecido eletricamente, provido de manômetro e termômetro. Após a digestão, as pastas celulósicas foram lavadas e depuradas para calcular os rendimentos depurados e os teores de rejeitos, conforme métodos preconizados pela ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL (1). Os rendimentos totais foram obtidos pela soma dos rendimentos depurados e teores de rejeitos. O grau de deslignificação das pastas celulósicas foi determinado pelo número Kappa, segundo a ASSO-

CIANÇA TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL (1), mediante o qual se calculou o teor de lignina nas pastas celulósicas, conforme indicado por SAGRISTÁ (11).

QUADRO 1. Condições de deslignificação para os processos sulfato e soda

Condições de deslignificação	Sulfato			Soda		
	1	2	3	4	5	6
Alcali ativo - % Na ₂ O	18	20	22	—	—	—
Sulfidez - %	20	20	20	—	—	—
Soda - % Na ₂ O	—	—	—	18	20	22
Relação licor/material	5/1	5/1	5/1	5/1	5/1	5/1
Concentração do licor - % Na ₂ O	3,6	4,0	4,4	3,6	4,0	4,4
Temperatura máxima - °C	160	160	160	160	160	160
Tempo até temp. máxima - min	105	105	105	105	105	105
Tempo na temp. máxima - min	60	60	60	60	60	60

As propriedades físico-mecânicas das pastas celulósicas, relacionadas com grau de refinação, comprimento de auto-ruptura, alongamento, índice de rasgo e de arrebitamento e peso específico aparente, foram determinadas pelas normas da ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL (1), em folhas e testes preparados em formador Regmed FFS/2. A refinação foi realizada em moinho Regmed tipo MJ/K6 a uma consistência de massa de 6%.

O delineamento estatístico empregado para comparar as características das pastas celulósicas obtidas pelos processos soda e sulfato foi de parcelas subdivididas. As comparações entre os pares de médias foram feitas pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de resíduos agrícolas fibrosos estimada para a cultura da mamona (cultivar IAC-80) foi 17, 20 e 26t/ha, respectivamente, para as regiões de Campinas, Tatuí e Tietê. Essa variação na quantidade do material fibroso foi devida, principalmente, ao peso das plantas, que na região de Tietê foi maior, como se pode observar no quadro 2.

Embora o cultivar em estudo seja de porte alto, adaptado à colheita manual de sementes, sua produção de fitomassa fibrosa (caules e ramos) foi semelhante àquelas estimadas por AZZINI et alii (2) para os cultivares Guarani, Borracha e Preta. A elevada produção de fitomassa por unidade de área evidencia sua potencialidade de utilização pela indús-

tria de celulose e papel. Evidentemente, as características físicas, químicas e anatômicas dessa matéria-prima devem ser determinadas para se conhecer sua viabilidade tecnológica. Os valores obtidos para densidade básica e teores de liber (casca), lenho e medula, são apresentados no quadro 3.

QUADRO 2. Dimensões das plantas e quantidade de resíduos agrícolas na cultura da mamona (1)

Local	Altura da planta	Diâmetro basal	Peso da planta	Quantidade de resíduo
	m	cm	kg	t/ha
Estação Experimental de Tietê				
Média	2,63	5,74	5,32	26
s	0,25	1,06	2,10	—
s(\bar{x})	0,03	0,14	0,29	—
c.v. (%)	9,77	18,42	39,53	—
Estação Experimental de Tatuí				
Média	2,79	4,83	4,04	20
s	0,24	0,87	1,87	—
s(\bar{x})	0,03	0,11	0,25	—
c.v. (%)	8,79	18,13	46,32	—
Estação Experimental de Campinas				
Média	2,58	4,95	3,45	17
s	0,12	0,52	0,90	—
s(\bar{x})	0,01	0,07	0,12	—
c.v. (%)	4,83	10,54	26,13	—

(1) Médias de 50 plantas. s = desvio-padrão. s(\bar{x}) = erro-padrão da média. c.v. = coeficiente de variação.

QUADRO 3. Densidade básica e teores de liber (casca), lenho e medula nos resíduos agrícolas da cultura da mamona

Valor	Densidade básica	Liber (casca)	Lenho	Medula
	g/cm ³	%	%	%
Mínimo	0,162	11,42	74,72	10,99
Médio	0,228	17,30	82,70	21,17
Máximo	0,326	25,28	88,58	31,07
s	0,04	3,58	3,58	6,20
c.v. %	20,45	20,73	4,34	29,28

s = desvio-padrão. c.v. = coeficiente de variação.

A densidade básica desse material fibroso foi relativamente baixa ($0,228\text{g/cm}^3$) em comparação com a das madeiras tradicionalmente empregadas na produção de celulose e papel: eucaliptos ($0,530\text{g/cm}^3$) e pinus ($0,412\text{g/cm}^3$) (7). A densidade básica é uma das mais importantes características tecnológicas da matéria-prima fibrosa, relacionada não só com as propriedades físico-mecânicas do papel produzido, mas, também, com os aspectos econômicos da colheita, transporte, estocagem e rendimento industrial ds equipamentos.

No quadro 3, pode-se observar que os teores de liber, lenho e medula foram, respectivamente, 17,30%, 82,70% e 21,17%. Os teores de liber e lenho podem ser considerados normais para esse tipo de material, sendo semelhantes àqueles obtidos com outros cultivares de mamona (2). A fração medular, presente na região central dos caules e ramos, por não ser fibrosa, influi negativamente na produção de celulose, pois, além de reduzir o rendimento de conversão, aumenta o consumo de reagentes químicos.

O estudo micrométrico das fibras desse resíduo agrícola (Quadro 4) confirmou que o liber e o lenho fornecem, respectivamente, fibras extremamente longas (5,51mm) e curtas (0,87mm), em comparação com as fibras das madeiras de *Pinus oocarpa* (3,8mm) (6) e *Eucaliptus saligna* (0,94mm) (7). Por serem extremamente longas, as liberianas podem ser utilizadas como fibras têxteis na indústria de cordoalha, segundo Floyd, citado por NIESCHLAG et alii (9). Embora seja tecnicamente possível separar as frações liberianas e lenhosas, sua viabilidade prática só deve ser possível para produzir papéis especiais. Para produção em grande escala de celulose e papel, deve-se considerar o conjunto liber-lenho. Neste caso, o comprimento intermediário das fibras foi estimado em 1,6mm.

As relações entre as dimensões das fibras que influenciam as resistências físico-mecânicas do papel produzido, são apresentadas no quadro 5. Com diferenças marcantes entre os valores obtidos para as fibras do liber e do lenho, pode-se esperar que o processamento da mistura resultará em fibras com características dimensionais adequadas para produzir papéis com boas propriedades de resistências físico-mecânicas.

A análise química do material em estudo (Quadro 6) mostrou, em comparação com as madeiras, menor teor de celulose e maior quantidade de materiais solúveis em água fria e quente, soda a 1% e álcool-benzeno. Os teores de celulose no liber e lenho foram, respectivamente, de 7,32% e 39,10%. Esses dados evidenciam a pequena contribuição da celulose de fibras longas, provenientes do liber, nas características finais do papel produzido.

QUADRO 4. Dimensões das fibras liberianas e lenhosas dos resíduos agrícolas da cultura da mamona (1)

Valor	Fibras liberianas				Fibras lenhosas			
	Comprimento	Largura	Espessura	Lúmen	Comprimento	Largura	Espessura	Lúmen
	mm	micro	micro	micro	mm	micro	micro	micro
Mínimo	1,68	8,72	2,50	3,72	0,42	10,72	1,93	6,86
Médio	5,51	21,08	5,41	10,26	0,87	19,93	3,42	13,09
Máximo	18,20	42,56	12,21	18,14	1,96	33,14	7,07	19,00
s	11,28	—	0,22	0,53	0,61	—	0,12	0,48
s(\bar{x})	0,79	—	0,02	0,05	0,04	—	0,01	0,04
c.v. (%)	57,34	—	30,11	37,21	19,81	—	25,24	26,61

(1) Média de 200 fibras. s = desvio-padrão. s(\bar{x}) = erro-padrão da média. c.v. = coeficiente de variação.

QUADRO 5. Relações entre as dimensões das fibras liberianas e lenhosas dos resíduos agrícolas da cultura da mamona

Relações	Fibras do líber	Fibras do lenho
Comprimento/espessura	1.018	254
Índice de infiltração	261	43
Fração parede (%)	51	35
Coeficiente de flexibilidade (%)	48	65
Relação de Mulsteph	0,77	0,57
Índice de Runkel	1,06	0,53
Número de Boiler	0,62	0,40

QUADRO 6. Análise química dos resíduos agrícolas da cultura da mamona (1)

Análise	Valor
	(%)
Solubilidade em água fria	7,98
Solubilidade em água quente	13,25
Solubilidade em álcool-benzeno	4,27
Solubilidade em soda a 1%	33,73
Celulose (Sharrer-Kurscher)	43,44
Celulose no líber	7,32
Celulose no lenho	39,10

(1) Médias de duas repetições.

As características da celulose relacionadas com as condições de deslignificação (Quadro 7) foram semelhantes para os processos soda e sulfato, com exceção do Número Kappa e teor de lignina, que foram maiores na celulose e sulfato. Isso significa que a celulose soda apresenta maior facilidade de branqueamento.

QUADRO 7. Características das pastas celulósicas obtidas pelos processos soda e sulfato a partir dos resíduos agrícolas da cultura da mamona ⁽¹⁾

Características	Reagente químico	Processo soda	Processo sulfato
	%		
Rendimento total (%)	18	40,11 a	47,30 a
	20	39,75 a	41,13 a
	22	38,08 a	40,33 a
		39,32 a	42,92 a
Rendimento depurado (%)	18	39,41 a	38,57 a
	20	39,17 a	40,38 a
	22	38,08 a	40,23 a
		38,89 a	39,73 a
Rejeitos (%)	18	0,70 a	8,73 a
	20	0,58 a	0,75 a
	22	—	0,15 a
		0,64 a	3,21 a
Número Kappa (n°)	18	26,62 a	49,16 a
	20	24,90 a	30,82 b
	22	23,60 a	24,35 b
		25,04 b	34,75 a
Lignina (%)	18	3,91 a	7,37 a
	20	3,73 a	4,61 b
	22	3,53 a	3,64 b
		3,72 b	5,21 a

(1) Valores médios em uma mesma coluna, seguidos pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

Em comparação com o processamento do eucalipto, esse material exige condições mais drásticas de deslignificação, o que está relacionado com a elevada quantidade de medula (21,17%) presente na região cen-

tral dos caules e ramos da mamona. A presença da fração medular influenciou negativamente no rendimento de conversão e no consumo de reagentes químicos, tanto no processo soda como no sulfato. Nos quadros 8 e 9 são apresentados os valores das propriedades físico-mecânicas das pastas soda e sulfato respectivamente.

QUADRO 8. Propriedades físico-mecânicas da celulose soda obtida a partir dos resíduos fibrosos da cultura da mamona (1)

Propriedade	Soda (%)	Tempo de refinação (minutos)				
		0	2,5	5,0	7,5	10,0
Grau de refinação (SR)	18	28,0 a	34,5 b	42,5 b	48,5 a	50,0 a
	20	31,0 a	42,0 a	50,0 a	52,0 a	54,5 a
	22	29,5 a	37,0 b	44,5 b	49,0 a	53,5 a
			29,5 c	37,8 b	45,6 a	49,8 a
Comprimento de auto-ruptura (km)	18	1,95 b	2,95 b	4,10 a	4,15 b	4,10 b
	20	2,10 b	3,95 a	4,30 a	4,40 b	4,55 b
	22	2,80 a	4,15 a	4,45 a	5,00 a	5,05 a
			2,28 c	3,68 b	4,28 a	4,51 a
Alongamento (%)	18	0,35 a	0,85 a	1,15 a	1,25 a	1,25 a
	20	0,45 a	0,95 a	1,05 a	1,10 b	1,35 a
	22	0,55 a	0,85 a	0,95 a	1,25 a	1,40 a
			0,45 d	0,86 c	1,05 b	1,20 b
Índice de arrebentamento	18	2,35 a	3,15 b	3,70 b	4,05 b	4,55 a
	20	1,65 b	3,45 b	3,90 b	4,05 b	4,25 a
	22	2,25 a	3,85 a	4,35 a	4,45 a	4,60 a
			2,08 c	3,48 b	3,98 a	4,18 a
Índice de rasgo	18	178,0 a	171,5 a	181,0 a	170,0 a	174,0 a
	20	169,5 a	167,5 a	156,5 a	156,5 a	164,5 a
	22	166,5 a	165,0 a	167,0 a	162,0 a	169,5 a
			171,3 a	168,0 a	163,1 a	162,8 a
Peso específico aparente (g/cm ³)	18	0,404 a	0,501 a	0,557 a	0,580 a	0,593 a
	20	0,459 a	0,538 a	0,564 a	0,609 a	0,595 a
	22	0,440 a	0,542 a	0,556 a	0,603 a	0,587 a
			0,434 c	0,528 b	0,562 a	0,597 a

(1) Valores médios em uma mesma coluna, seguidos pela mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

QUADRO 9. Propriedades físico-mecânicas da celulose sulfato, obtida a partir dos resíduos fibrosos da cultura da mamona (1)

Propriedade	Alcali ativo (%)	Tempo de refinação (minutos)				
		0	2,5	5,0	7,5	10,0
Grau de refinação (SR)	18	33,5 a	37,5 b	40,5 b	43,5 b	46,5 b
	20	29,5 a	36,0 b	41,0 b	46,0 b	51,5 a
	22	28,0 a	42,5 a	46,0 a	51,0 a	55,0 b
			30,3 e	38,6 d	42,5 c	46,8 b
Comprimento de auto-ruptura (km)	18	3,95 a	4,35 b	4,95 a	4,80 b	5,10 a
	20	3,75 a	4,40 b	5,35 a	5,75 a	5,50 a
	22	3,45 a	5,10 a	5,55 a	5,45 a	5,90 a
			3,71 d	4,61 c	5,28 b	5,33 b
Alongamento (%)	18	0,90 a	1,00 a	1,25 a	1,45 a	1,55 a
	20	0,85 a	0,95 a	1,15 a	1,50 a	1,65 a
	22	0,80 a	0,95 a	1,10 a	1,50 a	1,50 a
			0,85 c	0,96 c	1,16 b	1,48 a
Índice de arrebatamento	18	3,55 a	3,65 b	3,85 b	4,60 a	4,85 a
	20	2,70 b	3,65 b	4,85 a	4,65 a	4,15 a
	22	2,75 b	3,70 a	4,45 a	4,45 a	4,40 a
			3,00 c	3,66 b	4,38 a	4,56 a
Índice de rasgo	18	154,0 a	165,5 a	155,5 a	157,5 a	147,5 a
	20	120,5 b	116,5 b	121,0 b	126,5 b	120,0 b
	22	115,0 b	113,0 b	104,0 b	103,5 c	101,0 c
			129,8 a	131,6 a	126,8 a	129,1 a
Peso específico aparente (g/cm ³)	18	0,578 a	0,592 a	0,642 a	0,630 a	0,666 a
	20	0,569 a	0,566 a	0,592 a	0,589 a	0,654 a
	22	0,575 a	0,650 a	0,606 a	0,649 a	0,662 a
			0,574 a	0,603 a	0,613 a	0,622 a

(1) Valores médios em uma mesma coluna, seguidos pela mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

Considerando um mesmo tempo de refinação (7,5 minutos) a celulose soda, em comparação com a sulfato, apresentou maior resistência ao rasgo e menor resistência ao comprimento de auto-ruptura. Essa

variação está relacionada não com o processo de conversão em si, mas, principalmente, com a composição da mistura liber e lenho em cada cozimento.

As resistências físico-mecânicas das pastas celulósicas obtidas (Quadros 8 e 9), evidenciam a possibilidade de produzir papel de razoável qualidade a partir desse resíduo agrícola. O principal inconveniente dessa matéria-prima é seu elevado teor de medula, que exige em comparação às madeiras folhosas e resinosas maior concentração de reagentes químicos, para se obter celulose com teores semelhantes de lignina residual. Por outro lado, a celulose obtida em comparação com a da madeira é facilmente refinada, consumindo menos energia.

4. CONCLUSÕES

a) Nas condições estudadas, a quantidade estimada de resíduos agrícolas da cultura da mamona (cultivar IAC-80) foi aproximadamente 17, 20 e 26t/ha, respectivamente, para as regiões de Campinas, Tatuí e Tietê;

b) A densidade básica desse resíduo agrícola foi baixa (0,228g/cm³) em comparação com as madeiras de eucalipto (0,530g/cm³) e pínus (0,412g/cm³);

c) As frações liberianas e lenhosas dos caules e ramos da mamona fornecem, respectivamente, fibras longas (5,51mm) e curtas (0,87mm). O comprimento intermediário das fibras da mistura liber e lenho foi estimado em 1,6mm;

d) As características tecnológicas estudadas evidenciaram a possibilidade técnica de produzir celulose e papel a partir dos resíduos agrícolas da cultura da mamona, ressaltando a influência negativa do seu alto teor de medula no rendimento em celulose e no consumo de reagentes químicos.

SUMMARY

DESLIGNIFICATION OF AGRICULTURAL RESIDUES OF CASTOR BEAN CROP FOR PULP AND PAPER MAKING

Agricultural residues of castor bean (cultivar IAC-80) crop were studied for pulp and paper making. The quantity of this fibrous material was estimated to be about 17, 20 and 26t/ha, respectively, for Campinas, Tatuí and Tietê regions, State of São Paulo, Brazil. The basic density of castor bean stalks and branches are low (0.228g/cm³). The micrometrical studies indicated that bast and woody fibers were, respectively, long (5.51mm) and short (0.87mm). According to the technological characteristics studied this raw material can be utilized for pulp and paper manufacture. The main negative problem of this residue is the high content of the medular (pith) fraction. The presence of pith during the delignification reduces the pulp yield and increases the chemicals consumption.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. Normas de ensaios. São Paulo, 1970.
2. AZZINI, A.; SALGADO, A.L.B.; SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N.V. Restos vegetais da cultura da mamona como matéria-prima para celulose. *Bragantia*, Campinas, **40**:115-124, 1981.
3. BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O. Potencialidade de espécies tropicais de eucalipto para produção de celulose sulfato branqueada. IPEF, Piracicaba, **13**:9-37, 1976.
4. CHERKASSKY, H.H. Panorama geral do setor de papel e celulose. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE PAPEL E CELULOSE DA ABCP, 3., Rio de Janeiro, 1981. 29p.
5. COLODETTE, J.L. Estudo das características da madeira e da polpa Kraft da *Cryptomeria japonica*. In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, 15., São Paulo, 1982. Anais. v. 1, p.139-154.
6. FOELKEL, C.E.B.; BARRICHELO, L.E.G.; AMARAL, A.C.B.; VALLE, C.F. Variações das características da madeira e propriedades da celulose sulfato de *Pinus oocarpa* em função da idade do povoamento florestal. IPEF, Piracicaba, **10**:81-87, 1975.
7. ———; BRASIL, M.A.M.; BARRICHELO, L.E.G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. IPEF, Piracicaba, **2/3**:65-75, 1971.
8. MILANEZ, A.C. & FOELKEL, C.E.B. Processos de deslignificação com oxigênio para produção de celulose de eucalipto. In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, 14., São Paulo, 1981. Anais. v. 1, p.37-110.
9. NIESCHLAG, H.J.; NELSON, G.H.; WOLFF, I.A.; PERDUE JR., R.F. A search for a new fiber crops. *TAPPI*, **43**:193-201, 1960.
10. PROGNÓSTICO. São Paulo, Instituto de Economia Agrícola, 1983/1984.
11. SAGRISTÁ, J.N. Temas de la fabricación del papel. Alcoy, Espanha, Editorial Marfil, S.A., 1970. 431p.