

**VARIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS E DAS PROPRIEDADE
FÍSICO-MECÂNICAS COM REFINAÇÃO DA CELULOSE SULFATO
DE MADEIRA DE *Eucalyptus saligna* SMITH.**

M.A.M. Brasil^{*}
C.E.B. Foelkel^{**}
L.E.G. Barrichelo^{***}
A.R. Higa^{****}

SUMMARY

A study with 5 years old *Eucalyptus saligna* Smith wood was done to compare the characteristics of fibers in different of beating and its relationships with the physical-mechanical properties of pulp.

The chips were processed by the sulfate method with further beating of pulp for 0.0, 30.0 and 45 minutes in the Jokro-Muhle refiner. Sampling for the determination of fiber characteristics, as well as, formation of the hand-sheets for physical-mechanical tests was done before and after beating. The number of entire fibers, broken fibers and fragments was determined by sampling, as well as, the average fiber diameter, lumen and wall width.

The following physical-mechanical properties of pulp were investigated: tensile strength, bursting strength, tearing strength, folding endurance and specific gravity.

From the discussion of results the following conclusions and observations can be drawn:

1 - The decrease of the average fiber length was very small, and one could say that the cutting action was very slight.

2 - The average fiber diameter increased from 0.0 to 30.0 min of beating and decreased at 45.0 min. This increase may result from the absorption of water by the cell wall.

3 - The width of the cell wall increases with water absorption to a maximum. The smaller value obtained at 45 minutes is due to the fibrillation.

4 - The diameter of lumen decreased with beating. The friction caused by refining tends to approach the cell walls.

5 - The total number of fibers per beating time remained constant. The average length of the entire fibers for the unbeated pulp was between 880 and 990 micra. The refined pulp showed a length between 770 and 880 micra for 30.0 min and 45.0 minutes.

6 - The physical-mechanical resistances were improved with increasing time of beating. showing the influence of the modifications.

* Professora Assistente de Silvicultura do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu.

** Engenheiro Agrônomo - Bolsista de Aperfeiçoamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, junto ao Departamento de Silvicultura.

*** Professor Assistente Doutor do Departamento de Silvicultura, Seção de Tecnologia de Celulose e Papel.

**** Bolsista do Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz».

7 - The greater differences between the relative values of the Physical-mechanical resistances were obtained between 0.0 and 30.0 minutes showing the good effects of beating. The greater difference concerning folding endurance was observed between 30.0 and 45.0 minutes. Showing the affect of greater flexibility of the wall resultant from the increase beating.

8 - It is suggested that data of fiber characteristics obtained from wood and pulp after refining in the conditions of papermaking should be added to those usually used in fiber analyses.

1. INTRODUÇÃO

As madeiras de folhosas, e dentre elas predominante o gênero **Eucalyptus**, são utilizadas em nosso meio no estágio juvenil para a produção de celulose e papel. Essas árvores ainda não possuem em seu lenho células com características e dimensões de madeira adulta.. Entretanto, delas se pode fabricar determinados tipos de papel com as propriedades mais desejáveis para seu emprego comercial. Incluem-se aqui, os casos de papéis para impressão obtidos das celuloses de **Eucalyptus** com 5 a 7 anos de idade.

As resistências físico-mecânicas dos diferentes tipos de papéis produzidos eram determinadas e previstas através da única variável, o comprimento de fibra da matéria-prima utilizada. O interesse pelas outras relações entre as dimensões das fibras e as resistências do papel foi despertado com os trabalhos de KLEM citado por TAMOLANG e WANGAARD (1961).

As pesquisas que se sucederam ressaltam a importância de todas as dimensões das fibras e atualmente já se procura avaliar as modificações ocorridas durante a obtenção da celulose através de uma análise quantitativa e qualitativa. O comprimento, diâmetro e espessura das paredes das fibras é que irão dar uma idéia da utilização e limitações para determinados usos.

Sabe-se já que a espessura da parede das fibras desempenha fundamental importância na resistência à tração, ao arrebentamento e mesmo ao dobramento, em virtude principalmente das modificações ocorridas durante o processo de refino. Com o objetivo preliminar de estudar as possíveis variações ocorridas no comprimento, diâmetro e espessura das paredes das fibras após a refinação da celulose é que o presente trabalho foi delineado. Procurou-se determinar em laboratório, as características das fibras da celulose sulfato do **Eucalyptus saligna** aos 5 anos de idade após diferentes tempos de refinação, utilizando o refinador centrifugal Jokro-Muhle e relacioná-las com as principais resistências físico-mecânicas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os estudos anatômicos básicos demonstrando as possibilidades de utilização de espécies folhosas, ou de fibra curta, para celulose e papel são largamente difundidas nos gêneros **Populus**, **Betula**, **Fagus**, **Quercus** e **Liquidambar**. A partir da década de 40 começaram os estudos com o gênero **Eucalyptus** com trabalhos de SCOTT (1940), JAYME e BRANSCHIED (1959), AMICI e PASTINA (1961) e pela revisão de STEWART e WATSON (1961) e DINWOODIE (1965).

RYDHOLM e GEDDA (1967) realizaram uma investigação para determinar o tipo de celulose ou as combinações ideais para produção de papéis finos entre algumas folhosas

e concluíram que o melhor resultado foi obtido com celulose sulfato de eucalipto. A celulose obtida pelo processo bissulfito-base magnésio de **E. saligna** também é de boa qualidade, conforme BARRICHELO (1971) e pode ser empregada industrialmente em função do objetivo final desejado.

No Brasil o uso de 100% de celulose de fibra curta em escala comercial já era citado por KROGH e W ARREN (1965) que recomendava como precauções especiais a refinação da massa à consistência maiores que 4%. O papel obtido dessa celulose apresenta segundo HIGGINS (1969), maior volume específico, boa opacidade, maior lisura, melhor formação e boas propriedades mecânicas como resistência à tração e ao arrebentamento quando comparado com aqueles obtidos de celulose de coníferas. Essas propriedades, explica o referido autor, dependem da extensão das ligações inter-fibras, o que é decorrência da espessura da parede celular e da refinação. A menor resistência ao rasgo apresentada pelas celuloses de folhosas não as recomendam para papéis tipo «kraft» como foi assinalado por SCARAMUZZI (1961).

PEREIRA (1969) trabalhando com 3 espécies de **Eucalyptus** aos 5 e 7 anos de idade concluiu que das celuloses sulfato obtidas o **E. saligna** de 5 anos foi o que apresentou, aos níveis de refinação de 30, 45 e 60°SR, maiores resistências à tração, arrebentamento, dobramento e maior peso específico aparente.

Este autor ainda ressalta que os valores alcançados por uma propriedade físico-mecânica em pontos determinados de refinação constituem elementos de grande importância para a indústria.

Na refinação das fibras, o tempo de duração é um fator de máxima importância, porque dele depende as modificações ocorridas, tais como, corte de fibras, desfibrilação e hidratação, segundo SILVA (1969). Mantidas constantes as outras variáveis tais como pressão específica, concentração da massa e escolha das máquinas refinadoras, as propriedades finais do papel serão função direta do tempo de refinação pelas alterações na parede celular e no comprimento das fibras.

As dimensões das fibras na madeira tem sido correlacionadas com as propriedades do papel conforme pode-se avaliar pelos trabalhos de DINWOODIE (1965, 1966), e ARTUZ-SIEGEL e cols. (1968). PEREIRA, já citado, afirma que o comportamento de várias espécies de eucalipto estudadas e refinadas a 30 minutos foi semelhante aquelas sem refinação. Procura explicar, assinalando que a densidade básica e a espessura da parede das fibras, antes da refinação, são inversamente proporcionais ao grau de moagem.

ISENBERG (1958) recomenda o estudo das modificações ocorridas nas características das fibras após diferentes tempos de refinação para explicação de eventuais alterações nas propriedades da celulose. A amostragem e o método adotado no preparo das lâminas, concluiu o autor, deve ser realizado de maneira que as fibras medidas representem a verdadeira distribuição das diferentes dimensões das fibras inteiras, quebradas e dos fragmentos presentes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

O material utilizado no experimento foi obtido de árvores de **Eucalyptus saligna** Smith com 5 anos de idade retiradas de povoamentos pertencentes a Champion Celulose S.A., em Mogi Guaçu - S.P.

Na preparação do material as árvores foram derrubadas e transformadas em cavacos em picador industrial.

3.2. Métodos

3.2.1 Produção da Celulose

Foi utilizado o processo sulfato com as seguintes condições de cozimento:

Alcali ativo.....	10,5%
Sulfidez.....	25,0%
Atividade.....	88,0%
Temperatura máxima.....	165°C
Tempo até temperatura máxima	120 min
Tempo à temperatura máxima	30 min
Relação licor-madeira.....	4/1

Para o cozimento da madeira foi utilizado um digestor de aço inoxidável, rotativo (2 rpm) , aquecido eletricamente.

Para a depuração da celulose utilizou-se o classificador de fibra BH6/12 tipo Brecht & Holl com peneira de fendas de 0,2mm.

O material depurado foi armazenado em sacos de polietileno.

A determinação do número de permanganato foi feita de acordo com a norma TAPPI T 214 su-71.

3.2.2. Refinação

Da celulose obtida foram retiradas 3 amostras.

A primeira amostra não foi refinada e constituiu o primeiro tratamento (tempo 0 de moagem).

As outras duas amostras, com 4 repetições cada, foram refinadas em moinho Jokro-Muhle, utilizando-se 16g secas por parcela, a consistência de 6% de acordo com PEREIRA (1969).

A segunda amostra foi refinada 30 minutos e a terceira 45 minutos.

Para cada amostra foi determinado o grau de refinação ou grau Schopper Riegles (°SR) de acordo com Mekblatt 107 da VZPCI (1949).

3.2.3. Formação das Folhas

A formação de folhas foi realizada no Formador de Folhas FSS/2, tipo Kothen Rapid de 2 secadores.

Foram confeccionadas 7 folhas por repetição num total de 28 folhas por tempo de refinação.

As folhas obtidas eram acondicionadas durante 48 horas em ambiente climatizado conforme norma T 220m - 60 da TAPPI para posterior determinação das resistências físico-mecânicas.

3.2.4. Testes físico-mecânicos

Foram os seguintes, os testes físico-mecânicos realizados:

3.2.4.1. Gramatura e Peso Específico Aparente {densidade}

Conforme norma T 220 m-60 da TAPPI, expressas em g/m^2 e g/cm^3 respectivamente.

3.2.4.2. Resistência à tração

Segundo métodos T 404 os 61 e T 220 m-60 da TAPPI e expressas pelo comprimento de auto ruptura em metros.

3.2.4.3 Resistência ao arrebentamento

A determinação foi feita segundo normas TAPPI T 403 ts 63 e T 220 m-60.

3.2.4.4. Resistência ao rasgo

Segundo normas TAPPI T 414 ts 6.5 e T 220 m-60 utilizando-se de 5 corpos de prova e realizando 5 ensaios por conjunto.

3.2.4.5. Resistência ao dobramento

A determinação foi feita em Dobrador de Folhas DF /200 tipo Kohler-Molin com 200 dobraduras por minuto e um peso de 400 g.

3.2.5. Análise das características das fibras

Da suspensão de fibras contidas no homogeneizador e com volume completado a 8 litros retirava-se para cada amostra um alíquota de 2 mililitros.

O volume dessa alíquota era completado a 100 mililitros e colorido com safranina. Dessa solução retirou-se uma gota de volume conhecido (0,009 mililitros) para o preparo das lâminas. As lâminas foram secas em platina à 59°C para retirada do excesso de água e fixadas com geléia de glicerina para posterior medição em microscópio Tri Simplex na Bausch & Lomb com aumento de 50 vezes para comprimento e Microscópio Zeiss com aumento de 400 vezes para diâmetro e espessura das paredes.

Para cada amostra foram preparadas 3 lâminas, nas quais todos os comprimentos dos elementos fibrosos foram mensurados. Procedeu-se a divisão em fibras inteiras (F I) , fibras quebradas (F Q), fragmentos (F). Para diâmetro da fibra, do lúmen e a espessura das paredes foram medidas 5 fibras inteiras em cada lâmina.

4. RESULTADOS

O número de permanganato da celulose obtida foi 15,4.

Os valores médios encontrados para características anatômicas das fibras e dos testes físico-mecânicos da celulose são apresentados nos quadros I, II, III, IV, V e VI.

QUADRO I - Valores médios em micra, para comprimento e largura das fibras, diâmetro do lumem e espessura das paredes da celulose sem refinação (tempo 0).

Repetições	Comprimento das fibras	Largura das fibras	Diâmetro do lumem	Espessura da parede
1	887	16,18	5,18	5,50
2	902	15,82	6,00	5,00
3	950	13,92	6,82	3,50
4	933	14,00	3,75	5,08
Média	918	14,98	5,44	4,77

QUADRO II - Valores médios dos testes físico-mecânicos da celulose sem refinação (tempo 0).

Repetições	1	2	3	4	Média
°SR	14,0	14,0	13,0	13,0	14,0
Gramatura	63,0	63,3	64,2	64,6	63,8
Compr. Ruptura	3293,0	2727,0	3054,0	2612,0	2922,0
Ind. Arrebentamento	14,0	14,0	15,1	12,1	13,9
Ind. Rasgo	80,0	75,0	81,0	65,0	75,0
Dobras Duplas	5,0	5,0	6,0	4,0	5,0
Espessura	0,152	0,149	0,152	0,155	0,152
Densidade	0,414	0,425	0,422	0,417	0,420

QUADRO III - Valores médios, em micra, para comprimento e largura das fibras, diâmetro do lumem e espessura das paredes da celulose após 30 minutos de refinação (tempo 30).

Repetições	Comprimento das fibras	Largura das fibras	Diâmetro do lumem	Espessura da parede
1	931	15,50	5,18	5,25
2	904	16,18	4,68	5,75
3	889	16,42	4,25	6,18
4	887	17,58	5,58	6,00
Média	903	16,42	4,92	5,80

QUADRO IV - Valores médios dos testes físico-mecânicos da celulose após 30 minutos de refinação (tempo 30).

Repetições	1	2	3	4	Média
°SR	30,0	30,0	30,0	30,0	29,0
Gramatura	61,8	61,6	63,5	62,7	62,4
Compr. Ruptura	9069,0	8958,0	9098,0	8389,0	8878,0
Ind. Arrebentamento	61,4	65,7	60,8	59,2	61,8
Ind. Rasgo	148,0	155,0	159,0	157,0	155,0
Dobras Duplas	658,0	1375,0	1490,0	691,0	1054,0
Espessura	0,537	0,115	0,117	0,117	0,116
Densidade	0,115	0,536	0,543	0,536	0,538

QUADRO V - Valores médios, em micra, para comprimento e largura das fibras, diâmetro do lumem espessura das paredes da celulose após 45 minutos de refinação. (tempo 45).

Repetições	Comprimento das fibras	Largura das fibras	Diâmetro do lumem	Espessura da parede
1	865	15,68	4,08	5,82
2	898	15,58	4,18	5,75
3	900	15,75	4,32	5,75
4	876	16,18	6,58	4,75
Média	885	15,80	4,79	5,52

QUADRO VI - Valores médios dos testes físico-mecânicos da celulose após 45 minutos de refinação (tempo 45).

Repetições	1	2	3	4	Média
°SR	46,0	44,0	46,0	47,0	46,0
Gramatura	62,1	62,5	61,8	60,8	61,8
Compr. Ruptura	9784,0	9155,0	10832,0	10226,0	9999,0
Ind. Arrebatamento	71,2	69,0	72,9	77,0	72,5
Ind. Rasgo	173,0	179,0	166,0	162,0	170,0
Dobras Duplas	4083,0	3558,0	3216,0	4081,0	3734,0
Espessura	0,110	0,112	0,110	0,107	0,110
Densidade	0,564	0,558	0,562	0,568	0,563

Os valores médios das diversas variáveis nos 3 tempos de refinação foram reunidos no quadro VII.

QUADRO VII - Valores médios obtidos nos diferentes tempos de refinação para características das fibras e testes físico-mecânicos da celulose.

Tempo de refinação (min.)	0	30	45
Variáveis			
Comprimento fibras (u)	918,0	903,0	885,0
Diâmetro fibra (u)	14,98	16,42	15,80
Diâmetro lúmen (u)	5,44	4,92	4,79
Espessura parede (u)	4,77	5,80	5,52
°SR	14,0	29,0	46,0
Gramatura g/m ²	63,8	62,4	61,8
Compr. Ruptura	2922,0	8878,0	9999,0
Ind. Arrebatamento	13,9	61,8	72,5
Ind. Rasgo	75,0	155,0	170,0
Dobras Duplas	5,0	1054,0	3734,0
Espessura	0,152	0,116	0,110
Densidade (g/m ³)	0,420	0,538	0,563

Os valores em número e porcentagem dos elementos fibrosos obtidos da análise micrográfica da celulose constam do quadro VIII.

QUADRO VIII - Valores de comprimentos médios, em número e porcentagem, de fibras inteiras quebradas e fragmentos da celulose antes e após as refinações.

Variáveis Tempo de refinação (min.)	fibras inteiras		fibras quebradas		fragmentos	
	N.º	%	N.º	%	N.º	%
0	28,0	59,72	13,5	28,72	5,5	11,70
30	27,0	54,00	13,5	27,00	9,5	19,00
45	27,0	54,00	16,0	32,00	7,0	14,00

A frequência de distribuição do comprimento das fibras inteiras nos diversos tempos de refinação constam do quadro IX.

QUADRO IX - Número de fibras inteiras na celulose e *E. saligna* encontradas nas respectivas classes de comprimento, em micras, para os diversos tempos de moagem.

Intervalo de classe para comprimento (u)	Frequência		
	Tempo 0	Tempo 30	Tempo 45
(220 - 330)	0	1	0
(330 - 440)	1	0	0
(440 - 540)	2	9	9
(540 - 660)	8	18	17
(660 - 770)	33	39	46
(770 - 880)	54	75	87
(880 - 990)	70	67	72
(990 - 1100)	64	50	60
(1100 - 1210)	39	37	21
(1210 - 1320)	7	17	13
(1320 - 1430)	0	3	2
(1430 - 1540)	0	2	1
(1540 - 1650)	0	0	0
(1650 - 1760)	0	1	0

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As fibras da madeira, após o processo de cozimento, possuem celulose e hemicelulose além da lignina como resíduo. Devem, então serem refinadas para que o papel resultante apresente certas resistências físico-mecânicas. Essas resistências são obtidas através de um processo colóido-químico em que as fibras se hidratam e as fibrilas se unem através de ligações residuais das pontes de hidrogênio. No processo de refinação obter-se-ia segundo SILVA (1969) quatro efeitos principais que conduziriam ao mesmo resultado final de aumentar a superfície de contato para maiores ligações residuais. Tais efeitos seriam, hidratação, inchamento, desfibrilamento e corte.

Os quadros, I, II e V mostram que os valores obtidos para as características das fibras não devem ser diferentes do ponto de vista estatístico, mas que ocorrem certas modificações na sua estrutura.

A análise do quadro VII mostra que as fibras sem refinação (tempo 0) possuíam maior valor para o comprimento das fibras. A refinação promoveu para esses casos corte com ligeiro encurtamento sendo essa diminuição proporcional ao tempo de moagem.

O diâmetro das fibras aumentou até 30 minutos de moagem e decresceu com a seqüência do processo até 45 minutos. O aumento do diâmetro da fibra está em função do aumento da espessura da parede que absorve água. Atingindo um ponto de máxima absorção da parede, o diâmetro começará a diminuir em função do diâmetro do lumem.

O diâmetro do lumem é inversamente proporcional ao tempo de moagem. Ocorre um amassamento das fibras resultante do atrito que tende a aproximar as paredes.

A espessura da parede das fibras cresceu com a refinação até 30 minutos quando tende a permanecer constante. O valor relativamente mais baixo aos 45 minutos poderia ser explicado pelo processo de desfibrilamento que se inicia após a hidratação.

O número total de fibras por amostra praticamente não variou na celulose com diferentes tempos de moagem. Houve apenas um ligeiro decréscimo no tamanho médio das fibras como podemos constatar pelos quadros VIII e IX.

A variação entre os diferentes tempos de moagem para número de fibras quebradas e fragmentos foi insignificante, fato esse esperado nos moinhos utilizados para folhosas, onde procura-se minimizar a ação do corte.

Os valores das propriedades físico-mecânicas alcançadas nos diferentes níveis de refinação estudados foram todos crescentes mostrando a influência dos processos modificadores das fibras, como podemos verificar pelos quadros II, IV e VI.

Os valores para resistência à tração e arrebentamento cresceram com a moagem, mas os resultados obtidos foram inferiores ao verificado por PEREIRA (1969) para o **Eucalyptus saligna** aos 5 anos. As condições de cozimento nos dois trabalhos são similares exceção feita ao álcali ativo que no presente trabalho é menor (10.5%). Essas duas propriedades, tração e arrebentamento, são normalmente estudadas em conjunto pois apresentam variações muito semelhantes segundo DINWOODIE (1965) e HIGGINS (1969). Essas propriedades dependem diretamente das ligações inter-fibras avaliadas através da área relativa de ligação. Uma maior ligação é função da espessura da parede celular e do grau de plasticidade ou flexibilidade das fibras. Como se, trata da mesma espécie, só a maior plasticidade, conseguida pela moagem, proporcionou o aumento dessas resistências.

A resistência ao rasgo evidenciada no quadro VI aumentou com a refinação. Os valores encontrados para essa resistência são relativamente maiores que os obtidos por PEREIRA (1969) também para o **Eucalyptus saligna** aos 5 anos. DADSWELL (1960) comenta que o comprimento de fibra é de fundamental importância para resistência ao rasgo mas a espessura da parede também é importante pela sua modificação durante a refinação. Na celulose sem refinação, somente o comprimento da fibra do **E. saligna** não foi suficiente para dar resistência ao rasgo. Após 30 minutos houve uma ascensão grande aquela resistência. Esse fato, provavelmente decorre de que nesse estágio da moagem, o trabalho de fricção no arrancamento das fibras aumenta em decorrência de um maior envelhecimento causado por um aumento da interligação das fibras, segundo PEREIRA (1969). O acréscimo em relação a 45 minutos de moagem foi bem menor em decorrência talvez de um menor número de fibras inteiras retiradas da estrutura da folha no momento do rasgo. TAMOLANG e WANGAARD (1961) e DINWOODIE (1965) verificaram que tanto o comprimento da fibra como a espessura da parede tem igual importância na resistência ao rasgo.

A resistência a dobras como pode se observar também no quadro VII aumentou com a refinação. DINWOODIE (1965), citando trabalhos de WATSON e HODDER, HA YWOOD e HAMMOND e BILINGTON, verificou que a espessura da parede celular

exerce influência sobre aquela resistência principalmente devido a flexibilidade e resistência da fibra. A maior resistência obtida aos 45 minutos parece ser devido a maior ligação inter-fibras com a refinação, onde material lenhoso fino é produzido. Tal explicação encontra apoio na teoria de HIGGINS (1969) e SILVA (1969).

O peso específico aparente das folhas foi diretamente correlacionado com o tempo de refinação para a celulose sulfato do **Eucalyptus saligna** aos 5 anos. Tais resultados devem-se, segundo PEREIRA (1969), a maior compactação das folhas provocada pela forma de fita adquirida pelas fibras durante a moagem. Essa compactação possibilitará também um aumento na área de ligação entre as fibras, que segundo HIGGINS (1969) é o fator mais importante no aumento da densidade da folha.

7. RESUMO E CONCLUSÕES

Com o objetivo de comparar as características das fibras da celulose e em diferentes tempos de refinação e o seu reflexo sobre as propriedades físico-mecânicas foi realizado um estudo com o **Eucalyptus saligna** Smith aos 5 anos de idade.

Os cavacos dessa espécie foram processados pelo método sulfato com posterior refinação nos tempos de 0, 30 e 45 minutos em moinho Jokro-Muhle. Após a refinação procedeu-se a amostragem para determinação das características das fibras e a formação das folhas para os ensaios físico-mecânicos. Determinou-se por amostra o número de fibras inteiras, fibras quebradas e de fragmentos além do diâmetro médio da fibra do lúmen e da espessura das paredes. Foram também investigadas as seguintes propriedades físico-mecânicas da celulose: resistência à tração, ao arrebentamento, ao rasgo, ao dobramento e o peso específico aparente (densidade).

Da discussão dos resultados as seguintes conclusões e observações podem ser obtidas:

1) O decréscimo do comprimento médio das fibras com a refinação foi muito pequeno, podendo-se dizer que a ação do corte foi mínima.

2) O diâmetro médio das fibras aumentou até 30 minutos de refinação, caindo aos 45 minutos. Esse aumento talvez seja função da absorção de água da parede celular.

3) A espessura da parede celular aumenta por absorção de água até um ponto máximo quando se torna praticamente constante. O menor valor obtido aos 45 minutos é função do desfibrilamento ocorrido.

4) O diâmetro do lúmen diminuiu com a refinação. O atrito provocado pela refinação tende a aproximar as paredes celulares.

5) O número total de fibras por tempo de refinação permaneceu constante. O comprimento médio de fibras inteiras para a celulose sem refinação ocorreu entre 880 a 990 u. Para as celuloses refinadas a 30 e 45 minutos ocorreu entre 770 e 880 u.

6) Os valores das propriedades físico-mecânicas alcançadas nos diferentes níveis de refinação estudados foram todos crescentes, mostrando a influência dos processos modificadores das fibras.

7) As maiores diferenças entre os valores relativos das resistências físico-mecânicas aparecem entre os tempos 0 e 30 minutos acentuando os efeitos benéficos da refinação. Na resistência a dobras a diferença maior ocorreu entre 30 e 45 minutos, mostrando o efeito da maior flexibilidade adquirida pela parede com o aumento da refinação.

8) A análise das características das fibras da madeira deve ser completada por aquela obtida da celulose após o refino nas condições de formação do papel para que se possa explicar com maior segurança as propriedades de resistências alcançadas.

8. BIBLIOGRAFIA

- AMICI, V. e F. PASTINA. 1961. Mechanical pulp from **Eucalyptus camaldulensis** Cellulosa e carta (Roma) 17 (3): 17-34. In Chem. Abstr. 55: 7825 (1961).
- ARTUZ-SIEGEL, E.A., F.F. WANGAARD e F. N. TAMOLANG. 1968. Relationships between fiber characteristics and pulpsheed properties of Philippine hardwood. TAPPI 51 (6): 261-267.
- BARRICHELO, L.E.G. 1971. O uso da madeira de **Eucalyptus saligna** Smith na obtenção de celulose pelo processo bissulfíto-base magnésio. Tese de Doutorado. ESALQ-USP. Piracicaba. 85pp.
- DADSWELL, H.E. 1960. Tree growth wood property inter-relationships. X. What are the essential wood characteristics for various purposes and why? Proceedings special field Institute in Forest Biology. The School of Forestry. N. C. State, Univ. N. Carolina. Raleigh. North Carolina 248pp.
- DINWOODIE, J. M. 1965. The relationship between fiber morphology and paper properties: a Review of Literature TAPPI 48(8): 440-447.
- 1966. The influence of anatomical and chemical characteristics of softwood fibers on the properties of sulfate pulp. TAPPI 49(2):57-67.
- HIGGINS, H.G. 1969. Fibras longas e curtas na fabricação de papel. O papel: 35-40.
- ISENBERG, I.H. 1958. Pulp and paper microscopy. The Institute of paper Chemistry, Wisconsin. 3a. Edição.
- JAYME, G. e F. BRANSCHIED. 1959. High strength sulfite pulp from **Eucalyptus saligna**. Das Papier 13: 284-286.
- KROGH, G. e I. WARREN. 1965. O uso de celulose de eucalipto na produção de papel ATCP {México} 5(5): 368-372.
- PEREIRA, R.A.G. 1969. Estudo comparativo das propriedades físico-mecânicas da celulose sulfato de madeira de **Eucalyptus saligna** Smith, **Eucalyptus alba** Reinw e **Eucalyptus grandis** Hill ex Maiden. Tese de Doutorado ESALQ-USP. Piracicaba. 129pp.
- RYDHOLM, S.A. e L.F. GEDDA. 1967. Quality and economy of pulps in fine paper production. Paper Technology 8 (3): 217-227.

- SCARAMUZZI, G. 1961. Wood fiber dimensions of some young Italian grown eucalyptus. Ila. Conferência Mundial do Eucalipto, Relatório e Documentos II: 1289-1294.
- SCOTT, M.H. 1940. The utilization of South African grown **Eucalyptus saligna**. African For. Assoc. 4:46-54. In TAPPI Monograph Series n.º 24.732 (1962).
- SILVA, A.P. 1969. Considerações sobre a refinação de fibras. O Papel 29-34.
- STEWART, C.M. e A.J. WATSON. 1961. Chemical utilization of the eucalyptus. IIª. Conferência Mundial do Eucalipto, Relatório e Documentos 11: 1279-1288.
- TAMOLANG, F.N. e F.F. WANGAARD. 1961. Relationships between hardwoods fiber characteristics and pulpsheet properties. TAPPI 44 (3):201-316.
- TAPPI. 1968. Testing methods and recommended practices. 2 vol. The Tech. Assoc. of Pulp and Paper Ind. New York.

IPEF n.5, p.1-90, 1972



NOSSAS ARVORES PARTICIPAM DO PROGRESSO DO BRASIL

CHAMPION CELULOSE S.A.

Sede: Mogi Guaçu - S. P.
Caixa Postal 10 — Telefone 102

Rua Líbero Badaró 501 - 9.º andar
São Paulo 2, S. P.

Endereço Telegráfico - Champion
Fones: 37-1111 A 37-1117
Telex N.º 021 - 105

Comp. Agrícola e Industrial CÍCERO PRADO

PAPÉIS — CELULOSE

Papéis: Cristalite — Granado — Flor Post — Sêda
Kraft — Monolúcido

Cartolinas: Duplex Cromo — Draft para Lixa

PAPÉIS ESPECIAIS PARA CARTONAGENS
CELULOSE DE EUCALIPTO

S E D E:

AVENIDA RIO BRANCO, 1675 — SÃO PAULO
ENDEREÇO TELEGRÁFICO: «CICERPRADO»
CAIXA POSTAL, 7727

FÁBRICA:

FAZENDA CORUPUTUBA — PINDAMONHANGABA
TELEFONES: 2641 — 2642 — 2643 — EST. S. PAULO

Biblioteca
do

2012/7