

**Pasta quimo-termomecânica - um projeto pioneiro**

MFN -0759

N CHAMADA:

TITULO: Pasta quimo-termomecânica - um projeto pioneiro

AUTOR(ES): BIBIANO, M.

EDICAO:

IDIOMA: português

ASSUNTO:

TIPO: Congresso

EVENTO: Congresso Anual da ABCP, 15

PROMOTOR: ABTCP

CIDADE: São Paulo

DATA: 22-26.11.1982

IMPRESSÃO: Sao Paulo, 1982, ABTCP

PAG/VOLUME: p.225-238, v.1

FONTE: Congresso Anual da ABCP, 15, 1982, São Paulo, v.1,  
p.225-238

AUTOR ENTIDADE:

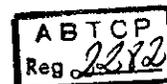
DESCRIPTOR:

RESUMO:

PASTA QUIMO-TERMOMECÂNICA - UM PROJETO PIONEIRO

Bibiano, M.

Companhia Melhoramentos de São Paulo - Indústrias de Papel - São Paulo -  
Brasil



Introdução

Em 1977, a Melhoramentos, visando ao melhor aproveitamento de suas reservas florestais e à integração de suas linhas de produção, colocou em operação um sistema central de descascamento e classificação de toras, e moderna serraria, operando com o sistema picador perfilador. Esse equipamento transforma em cavacos (chips) a parte da madeira, que, nas serrarias convencionais, representa as costaneiras, produzindo, ainda, madeira sólida, destinada ao mercado. Cascas e serragem são destinadas à geração de vapor (cal - deira de 10 t./hora). Inicialmente, os cavacos eram utilizados na produção de celulose sulfito.

Nos papéis absorventes, fabricados pela Empresa, utilizava-se como matéria prima celulose sulfito (fabricação própria), e, nos tipos mais populares, uma parcela de "ground-wood" (GWD), fornecida pela própria Empresa, e por cerca de 40 pequenos fabricantes, instalados no Sul do país.

Em face da desejada auto-suficiência de matéria prima para a fabricação de papéis, em 1976 iniciaram-se estudos, visando à instalação de uma nova fábrica.

No mercado internacional, nestes últimos 10 anos, verificou-se um grande impulso no desenvolvimento das chamadas pastas de alto rendimento, com vistas, principalmente, à substituição de celulose química, na fabricação de papéis de impressão. As características básicas requeridas eram: opacidade e lisura (TMP).

No caso da Companhia Melhoramentos o que se pretendia era a obtenção de matéria prima, que atendesse às exigências dos papéis absorventes, ou seja, "bulk" e absorvência.

---

Trabalho apresentado no XV Congresso Anual da ABCP - Semana do Papel - em  
São Paulo - Brasil - de 22 a 26 de novembro de 1982.

Ainda em 1976 a Empresa solicitou ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT -, um estudo sobre as características morfológicas de suas reservas florestais, com destaque à madeira de Cunninghamia Lanceolata, a maior reserva de coníferas.

Em prosseguimento aos estudos preliminares a Melhoramentos, em 1978, contratou com a Modo Chematic, da Suécia, a realização de pesquisas, com vistas à avaliação técnica da utilização da Cunninghamia.

Testes executados em Laboratórios e Planta Piloto definiram que, dadas as características exigidas, o produto deveria ser a "pasta quimo-termomecânica" (CTMP).

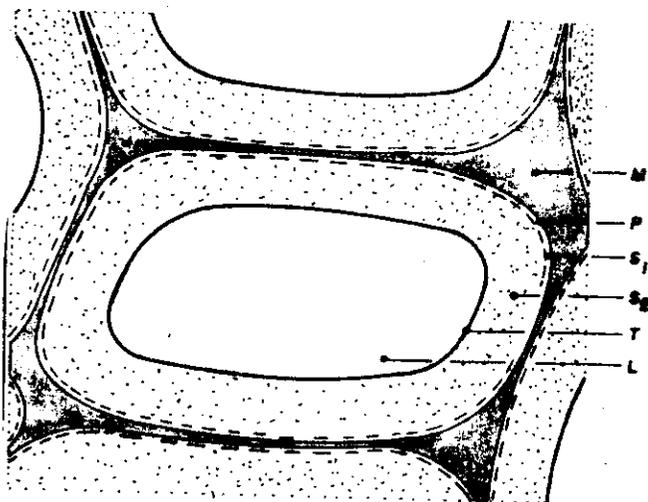
Considerados os resultados obtidos decidiu a Companhia Melhoramentos instalar, em Caieiras, uma fábrica de CTMP, a primeira, especificamente projetada para a produção de papéis absorventes.

Observação: TMP - Pasta Termomecânica  
CTMP - Pasta Termoquimomecânica  
GWD - Pasta de Pedra

#### O que é TMP?

Basicamente, TMP é uma pasta produzida em refinadores especiais, com pré-tratamento térmico e químico (no caso de CTMP). Em ambos os casos a lignina sofre um pré-amolecimento antes da refinação.

Um dos pontos importantes, que diferenciarão a TMP ou CTMP das outras pastas é a separação das fibras, que ocorre principalmente nas camadas externas da parede secundária da fibra (S1 - S2), ao invés de ocorrer na lamela média (M), rica em lignina (Figura 1).



No processo TMP ou CTMP as fibras não são revestidas de lignina, que fica embutida, podendo-se, assim, desenvolver uma refinação com boa resistência da fibra, com alta proporção de fibras longas e flexíveis, e com baixo conteúdo de lascas, comparadas às pastas de pedra ou de refinação.

- Figura 1 -

### Dados característicos da madeira de Cunninghamia Lanceolata

Lignina.....	30,5
Extrato, DCM %.....	0,47
ETOH após DCM %.....	1,33
Pentosanas %.....	5,4
Densidade kg/m <sup>3</sup> .....	308,5
Comprimento fibra (média) mm.....	2,05
Largura fibra (média) mm.....	0,027
Espessura da parede (média)µm.....	2,7

Comparada às demais coníferas a Cunninghamia contém baixo teor de extrativo, o que indica, "a priori", boa maciez e absorção, e quase nenhum problema com "pitch".

### Dados preliminares da TMP e CTMP de Cunninghamia

Estudos para investigar a viabilidade do uso da Cunninghamia na produção de CTMP/TMP, e sua aplicação em papéis absorventes, foram encomendados à MODO-CHEMETICS, da Suécia.

As pesquisas foram desenvolvidas em escala piloto, em refinadores da Defibrator, com primeiro estágio pressurizado (Ø 36"), e segundo estágio atmosférico (Ø 20").

### Resultados preliminares obtidos para CTMP de Cunninghamia

Consumo específico de energia (45 °SR)	1.600 Kwh/t.
Teor de ciscos..... (45 °SR)	0,10 %
Conteúdo de "pitch".....	19 a 23 mg/kg
Rendimento do processo.....	92 %

Polpa	°SR	Índice de Tração Nm/g	Índice de Rasgo mNm <sup>2</sup> /g	Capilaridade mm	Bulk dm <sup>3</sup> /kg	Bauer McNett %	
						-200	+28
TMP	45	18,5	5,0	47	3,5	15-20	40-45
CTMP (pH 10)	45	32,5	5,9	50	2,8	7-15	45-55
GWD Cunninghamia	53,5	18,0	2,2	42	2,7	35-40	20-25

Testes de branqueamento com  $H_2O_2$  foram elaborados e indicaram que, para um consumo de 3 - 4% de  $H_2O_2$ , era possível aumentar a alvura em cerca de 15 a 20 pontos.

Durante as experiências foram obtidas alvuras de 73% ISO, partindo-se de um inicial 52,8% ISO, com aplicação de 3%  $H_2O_2$ .

Aspectos de poluição também foram analisados e indicaram que o BOD foi praticamente o mesmo para TMP ou CTMP (ao redor de 20 kg/t. polpa).

O DQO da TMP foi de 56 kg/t. pasta e o da CTMP foi de 76 kg/t. pasta.

### Análise do Efluente

Efluente de	BOD7 kg/t. polpa	COD kg/t. polpa
TMP	6,2	19,5
CTMP	8,4	41,6
TMP branq.	15,0	36,9
CTMP branq.	13,2	34,9

Uma análise microscópica, tirada de uma TMP (230 CSF) e de uma pasta de pedra, da mesma Cunninghamia, apresentou grandes diferenças. A TMP e a CTMP têm maior quantidade de fibras longas do que a pasta de pedra.

Da mesma forma, ao microscópio nota-se que na GWD a quantidade de fibrilhas é bem maior.

Testes em máquina piloto de papel tissue foram realizados, e alguns dos resultados estão no quadro abaixo:

Dosagens Variáveis	50% Eucalipto br. 50% CTMP branq.	50% Eucalipto br. 50% TMP branq.	10% Eucalipto br. 90% CTMP não br.
Gramatura g/m <sup>2</sup>	29,1	29,0	26,5
Espessura $\mu$ m	143	147	137
Densidade kg/m <sup>3</sup>	204	197	193
Índice Tração Nm/g	5,7	3,4	3,7
Crepe %	26	24	21
Alvura % ISO	74,8	71,6	51,2
Absorção mm	90	83	83

Todos os papéis, contendo TMP ou CTMP, mostraram baixa densidade, isto é, alto Bulk, em relação aos papéis com 100% celulose. Resistência e absorção mostraram bons valores, em se tratando de tissue.

## Conclusão

Com base nos resultados já mencionados era óbvio que, para a produção de pasta destinada a papéis tissue, o tratamento alcalino de solução de sulfito (pH=10), antes da refinação, era recomendado.

Assim, com apoio em acurados testes, surgiu a nova fábrica, cujo esquema, simplificado, aparece na Figura 2.

Antes de entrarmos na descrição do processo, apresentamos um resumo do cronograma dos principais eventos:

### 1 - Estudo de Viabilidade do Projeto

De novembro/77 a fevereiro/79 (liberação órgãos governamentais)

### 2 - Engenharia de Detalhamento e Compras

De março/79 a abril/81

### 3 - Montagem

De maio/81 a dezembro/81

### 4 - Treinamento no Brasil e Exterior

Durante 1979 a 1982, no Brasil, e 3 meses, na Suécia

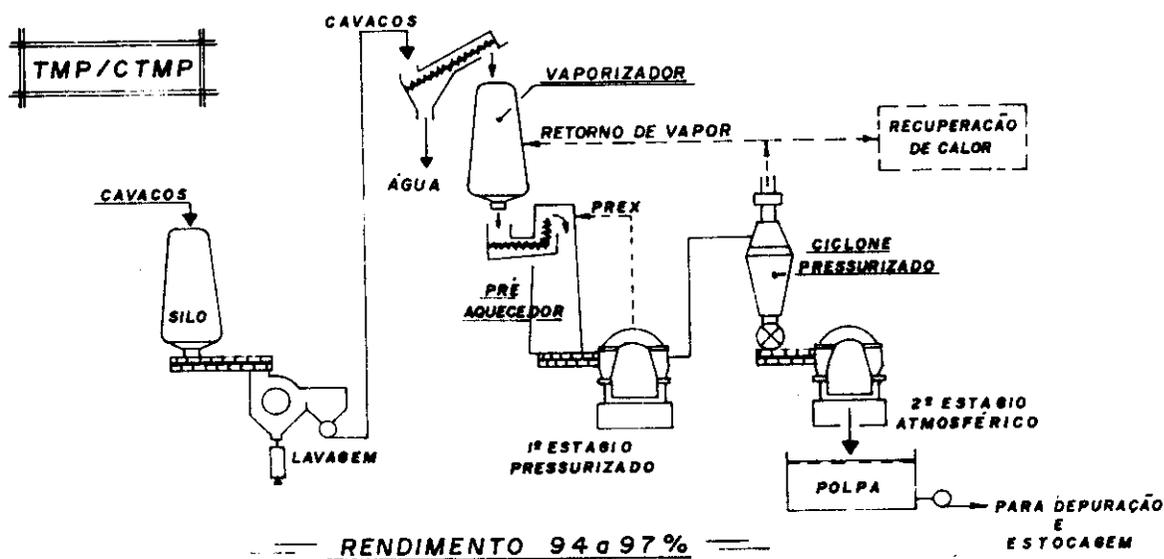
### 5 - Start-Up

De 16 de janeiro de 1982 até maio de 1982, dividido em 3 etapas, a saber:

Janeiro-fevereiro/82 - Start-Up Refinador Pressurizado

Março-abril/82 - Start-Up Refinador Atmosférico

Mai/82 - Start-Up Operação Alvejamento



- Figura 2 -

## Descrição do Processo

Os cavacos, provenientes de uma serraria, são adequadamente lavados, antes de serem vaporizados no vaporizador. Em seguida, são impregnados na unidade compacta de impregnação, no topo do pré-aquecedor (Sistema PREX).

Após a fase de impregnação e pré-aquecimento (1,5 ata 115°C), os cavacos seguem para a fase de refinação propriamente dita, em dois estágios:

1º estágio: Pressurizado

2º estágio: Atmosférico

Ambos os refinadores são do tipo RGP50 DEFIBRATOR, com discos de refinação de 1.270 mm, acionados por motores síncronos 4.000 kw, 1.800 r.p.m. A produção nominal da fábrica é de 120 t./dia.

Do primeiro estágio a polpa, então desfibrada, é enviada a um ciclone pressurizado, onde ocorre a separação entre a polpa e o vapor. Após o segundo estágio de refinação o alvejamento e a depuração completam o processo.

## Alguns dados de operação da fábrica (CTMP branqueada)

### Produção de CTMP branqueada

- Vaporização (98°C) - 25 min.
- Pré-Aquecedor
  - Tempo de retenção - 3 min.
  - Pressão - 1,5 ata
  - Temperatura - 115°C
- Produção - 80 ADT

### Primeiro Estágio

- Pressão Carcaça discos - 2,5 kg/cm<sup>2</sup>
- Geração de Vapor - 1,8 t./t. polpa
- Consistência - 35%
- Potência aplicada - 3,3 MW
- Consumo Energia - 990 kWh/t.
- pH - 6,5

### Segundo Estágio

- Consistência - 25%
- Potência Aplicada - 2,1 MW
- Consumo Energia - 630 kWh/t.
- Consumo Total de Energia - 1.620 kWh/t.

### Branqueamento

- Tempo - 2 h
- Temperatura - 70 °C
- pH final - 8,5
- Peróxido residual - 0,3%
- Alvura inicial - 47 GE
- Alvura final - 67 GE

- Carga de Químicos (%) ADT

Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	- 3,5 (100% conc.)	Rendimento %	≈ 93
pH	- 9,5	Consumo de água	≈ 12 m <sup>3</sup> /t.
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	- 3,3 (100% conc.)	<u>Efluente</u>	
NaOH	- 2,0 (100%)	Fluxo	- 12 m <sup>3</sup> /t.
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	- 4,5 (38% conc.)	BOD <sub>5</sub>	- 20 kg/ADT
EDTA	- 0,3 (38% conc.)	PH	- 7,5

Composição (%) dos custos de transformação

Madeira	-	30%
Químicos	-	35%
Refinação	-	33%
Outros	-	2%
		<u>100%</u>

A seguir, citaremos alguns pontos importantes, que nos levaram a escolher esse tipo de sistema, e que se constituem nos componentes-chaves do processo:

- 1 - Nossos refinadores são do tipo SINGLE DISC, 50 polegadas, equipadas com sistema hidráulico, para ajuste da abertura entre os discos, com flexibilidade para prevenir sérios danos à máquina, se qualquer material estranho (metal, por exemplo), atingir os discos de refinação.
- 2 - Outra segurança de nossos refinadores é o TOUCH POINT MONITOR (TPM), um indicador de pulso, especialmente desenvolvido para prevenir o encosto dos discos do refinador. É instalado em um dos segmentos e mede as vibrações longitudinais do Refinador.
- 3 - Outro aspecto importante desse processo é a recuperação de calor. A incorporação de um ciclone pressurizado permitiu-nos maior aproveitamento do vapor, já na lavagem dos cavacos. Estamos elaborando estudos com vistas ao aproveitamento do vapor em outras linhas do nosso conjunto industrial.
- 4 - Para a produção de uma CTMP de boa qualidade a impregnação dos cavacos com químicos de cozimento representa a fase crítica de operação.

A figura 3 mostra o "screw-feeder" (rosca principal de alimentação), e a unidade de impregnação.

O método é conhecido por PREX-METHOD (Pressure Expansion), onde os cavacos são comprimidos, através da rosca, propiciando a remoção do excesso de água e de ar. Os cavacos, assim comprimidos, são diretamente introduzidos no tubo de impregnação vertical, onde se expandem e absorvem os químicos como uma esponja.



- Figura 3 -

Após a absorção dos químicos os cavacos são levados para o topo do PREX, através de duas roscas verticais, sendo, então, conduzidos ao Refinador.

5 - O sistema da Companhia Melhoramentos é flexível e permite, se desejado for, adições de químicos, inclusive de branqueamento, em outros pontos da fábrica, como, por exemplo, no próprio Refinador.

Cabe aqui um breve comentário:

A maioria dos químicos de branqueamento é naturalmente adicionada na entrada das torres de armazenamento (alvejamento). A Companhia Melhoramentos adotou o branqueamento Defibrator, processo patenteado, que consiste na adição de peróxido e álcali no 1º Estágio. Não significa, porém, que esse seja o único ponto de adição de peróxido que temos, pois a planta é flexível e permite variações.

Na prática, as seguintes alternativas são possíveis:

- 1a. - Adição, antes do Refinador, por exemplo, no topo do pré-aquecedor (impregnador), em roscas alimentadoras, etc.
- 2a. - Adição no Refinador, por exemplo, no olho do refinador, na zona de refinação (Figura 4).



- Figura 4 -

- 3a. - Adição, após a separação das fibras, por exemplo, no "blow pipe" ou no refinador atmosférico.

As experiências realizadas até hoje indicaram que a adição no Refinador produz melhores efeitos, devido, talvez, a uma efetiva mistura da polpa com os químicos (peróxido e soda), obtida da turbulência intensiva na zona de refinação.

As variáveis, tempo de reação, temperatura e consistência, continuam válidas para o processo, e, achar-se a correta adição de álcali, estabilizadores e agentes quelantes, constituir-se-á em pontos importantes para a eficiência da fábrica.

Apesar de estarmos operando somente há alguns meses, já possuímos alguns dados de interesse para as devidas conclusões.

No Quadro I mostraremos um relatório operacional do branqueamento de uma pasta (CTMP), com adições de peróxido, dentro e fora do Refinador.

Quadro I

	Amostra 1	Amostra 2
<u>1º Estágio Pressurizado</u>		
pH (entrada)	6,5	9,0
H2O2 % ADT	-	2,1
NaOH % ADT	-	2,0
pH (químicas branq.)	-	11,0
<u>2º Estágio Atmosférico</u>		
H2O2%	3,3	1,2
NaOH%	3,0	1,0
Na2iO3%	4,8	4,8
EDTA %	0,3	0,3
<u>Resultados Finais</u>		
pH final	8,6	9,2
H2O2 Residual %	0,28	0,32
H2O2 consumo %	3,02	2,98
Alvura inicial GE	48	48
Alvura final GE	67	70
Freeness CSF ML	370	390
Índice Tração NM/g	21,5	27,5
Índice Rasgo MNM2/g	5,5	8,5

Ante o exposto no quadro supra podemos concluir:

A - Aumento das propriedades físicas da polpa, quando branqueada no Refinador, comparada ao sistema convencional.

B - Aumento na alvura, de 19 pontos, para branqueamento convencional, e de 22 pontos para branqueamento no Refinador.

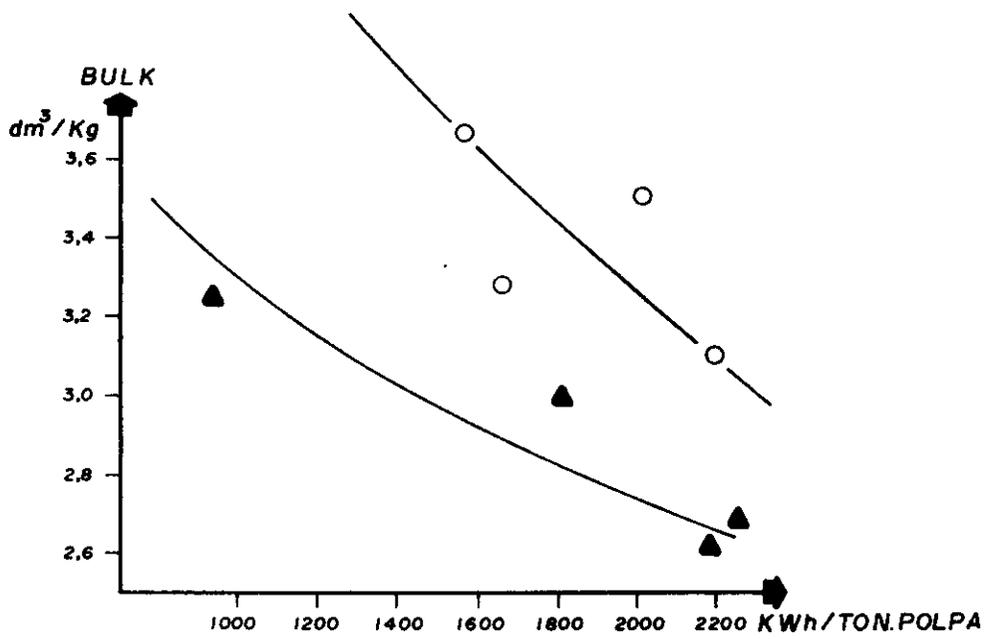
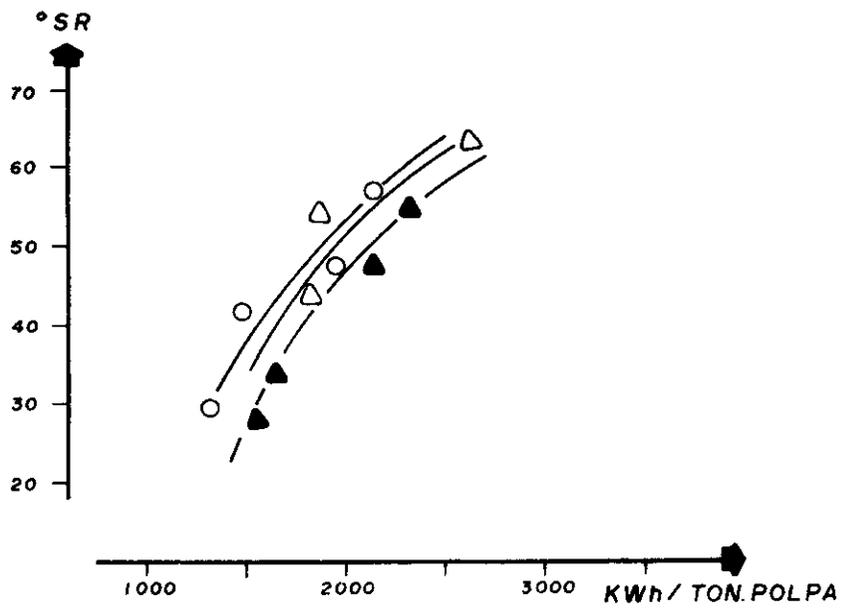
Cada ponto ganho na alvura é muito valioso para a CTMP, devido à sua maior área específica, comparada com a polpa química.

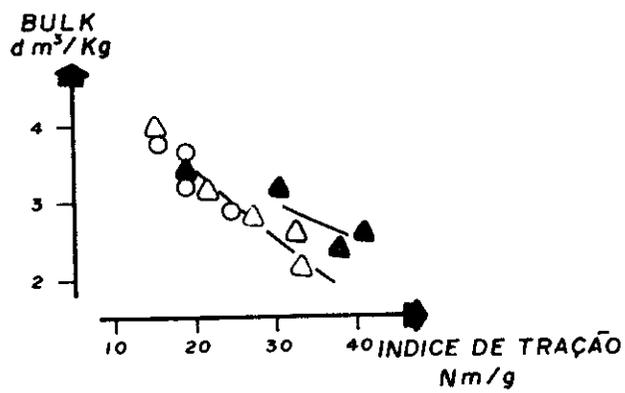
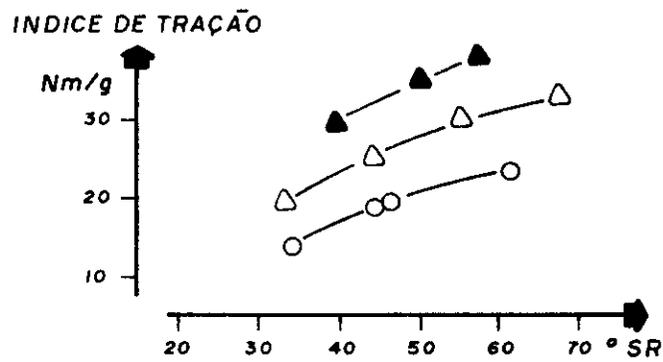
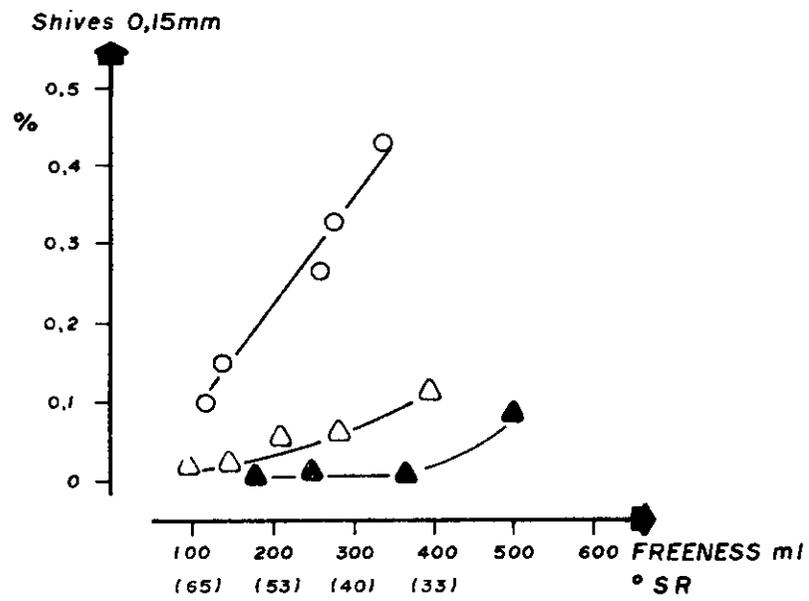
C - Consumo de peróxido menor, quando se branqueia no Refinador.

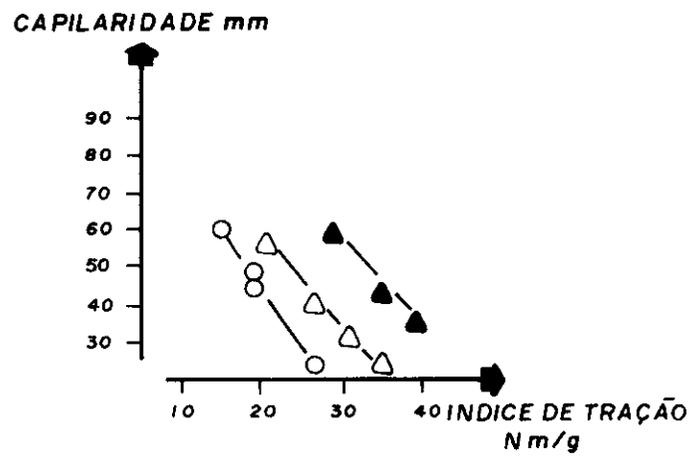
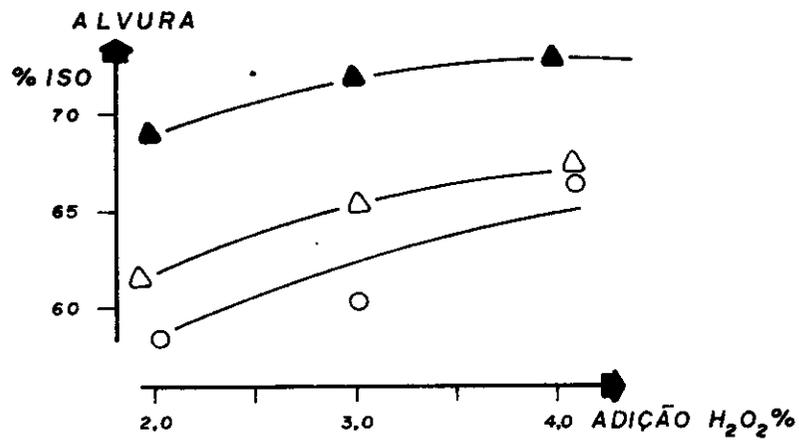
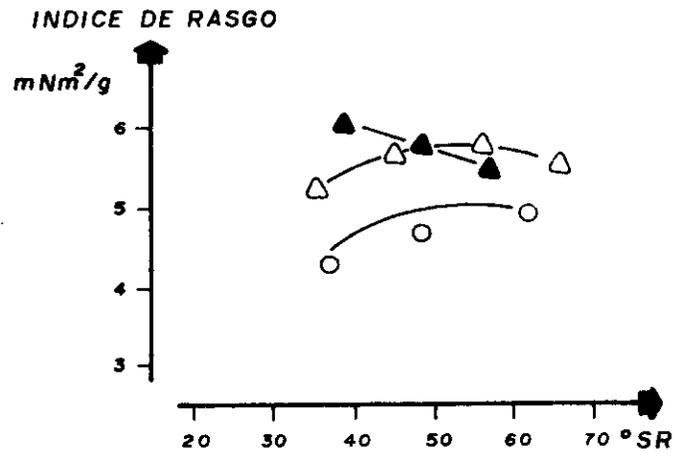
Propriedades físicas das polpas não branqueadas.

Os gráficos seguintes foram desenvolvidos para a madeira Cuninghamia Lanceolata.

Legenda    ◯    TMP  
               △    CTMP PH 6 - 7  
               ▲    CTMP PH 10







Quadro comparativo entre as qualidades de pastas de Cunninghamia em escala industrial

	$D_{SR}$	ÍNDICE TRAÇÃO Nm/g	ÍNDICE RASGO mNm <sup>2</sup> /g	BAUER MCNETT % + 28 - 200
GWD não branqueada	40	16,4	4,8	20 35
TMP não branqueada	40	18,2	5,8	40 23
TMP branqueada	40	26,1	7,0	51 15
CTMP não branqueada	40	23,6	7,8	44 18
CTMP branqueada	40	34,2	9,6	57 10

Sommerville - GWD 0,5 - 1,0%  
(0,15mm) - Demais 0,05 - 0,2%

Aplicação de TMP e CTMP na Fabricação de Papéis

Na Companhia Melhoramentos foram feitas algumas substituições de celulose e pasta GWD por TMP e CTMP, e os resultados, quanto à maciez, quantidade de ciscos, espessura e gramatura, foram surpreendentes. Como estamos no início com a nova fábrica é difícil detalhar em pouco tempo de operação as vantagens auferidas.

Para elucidar, de maneira mais prática e objetiva, apresentamos no Quadro II um resumo dos resultados obtidos com 3 tipos de papéis

Quadro II

Aplicação de TMP e CTMP em Máquinas Tissue

Tipo Variável	Papel Amarelo		Papel Branco		Papel Rosa	
	Dosagem Antiga	Dosagem Atual	Dosagem Antiga	Dosagem Atual	Dosagem Antiga	Dosagem Atual
Celulose %	50	25	100	85	25	8
TMP %						30
CTMP %		55		15		40
GWD %	50	20			60	7
Aparas %					15	15
Gramatura g/m <sup>2</sup>	25	23,5	24,5	24	29	27,5
Espessura 16 fls.	1,90	2,10	1,55	1,60	2,56	2,60
Resist. g.	500	500	650	630	350	350
Maciez/aspecto	A	B>A	C	D>C	E	F>E

## Economia

Atualmente, estamos obtendo uma economia de 6%, 2%, 5%, de matéria prima, para papel Amarelo, Branco e Rosa, respectivamente.

Os tipos Rosa e Amarelo tiveram seus aspectos melhorados, com a diminuição de ciscos. A Maciez, algo subjetivo, também melhorou. Para atingir-se a mesma espessura anterior, poder-se-á baixar ainda mais a gramatura, dependendo apenas de algumas mudanças em máquina. Nossa economia mensal de matéria prima ultrapassou 100 toneladas.

## Final

Em conclusão, ressaltamos que a fábrica toda é operada por dois elementos/turno, através de um painel sinóptico, instalado na sala de controle, provida de monitores, que propiciam completa supervisão, a distância.

Sistema de Programação Lógica de Controle (PLC), instalado no Centro de Comando de Motores (CCM), agiliza toda e qualquer variação automática do processo, bem como detecta e corrige, em tempo hábil, qualquer distúrbio operacional.

Estamos bastante satisfeitos com a realização desse projeto, pois os primeiros frutos já estão sendo colhidos, e não temos dúvidas de que, no futuro, todo papel sanitário conterà cada vez menos celulose, cedendo lugar às pastas de alto rendimento.