

Influência da relação licor: madeira no consumo de energia na polpação e nas características da pasta celulósica

MFN -0756

N CHAMADA:

TITULO: Influência da relação licor: madeira no consumo de energia na polpação e nas características da pasta celulósica

AUTOR(ES): LIMA, A.F.YOJO, L.M.CAHEN, R.

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.171-187, v.1

FONTE: Congresso Anual da ABCP, 15, 1982, São Paulo, v.1, p.171-187

AUTOR ENTIDADE:

DESCRIPTOR:

RESUMO:

INFLUÊNCIA DA RELAÇÃO LICOR:MADEIRA NO
CONSUMO DE ENERGIA NA POLPAÇÃO E NAS
CARACTERÍSTICAS DA PASTA CELULÓSICA

Lima, A.F.; Yojo, L.M. e Cahen, R.

Centro Técnico em Celulose e Papel - IPT - São Paulo - Brasil



Sumário

No presente trabalho determinou-se através da simulação matemática, a influência da quantidade de líquido alimentado ao digestor e da temperatura de alimentação do licor branco no consumo de vapor durante o processo de polpação kraft. Constatou-se que uma diminuição da quantidade de líquido alimentado ao digestor leva a uma redução do consumo de vapor no cozimento na faixa de 15 a 18%, dependendo dos níveis das outras variáveis do processo. Este efeito, embora em menor intensidade, pode ser seguido quando se aumenta a temperatura do licor alimentado ao digestor. Assim a elevação da temperatura de 70 a 90°C corresponde a uma redução entre 5 e 10% no consumo de vapor.

Verificou-se ainda, em escala de laboratório, o efeito da redução da quantidade de líquidos nas características do processo e do produto final. Os resultados obtidos revelam a influência acentuada do decréscimo da relação licor:madeira provocando um aumento na quantidade de rejeitos, na concentração de sólidos totais no licor negro e uma diminuição na viscosidade da pasta celulósica. O rendimento depurado e as propriedades físicas da pasta obtida, praticamente não foram alteradas.

1. Introdução

O consumo de energia do setor de polpação das fábricas de pasta celulósica depende principalmente do tipo de digestor (contínuo ou de batelada), da forma de aquecimento (direta ou indireta), da temperatura e do tempo de cozimento e da relação licor:madeira. Nas indústrias instaladas, o tipo de digestor e o sistema de aquecimento já estão definidos e qualquer modificação implicaria em um vultoso investimento.

Por outro lado um abaixamento da temperatura máxima de polpação leva, forçosamente, a uma mudança em razão inversa do tempo de processamento, o que irá provocar uma diminuição da produtividade para uma certa capacidade instalada.

Deste modo, a relação licor:madeira parece a única possibilidade para se alcançar uma diminuição do consumo de vapor durante a fase de polpação.

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

172
 Kleinert (1), Nolan (2) e Hatton (3) estudaram, para espécies estrangeiras, a importância da umidade da madeira e da quantidade de líquidos empregada na polpação sobre algumas características do processo e da pasta celulósica produzida. Entretanto, com relação às matérias-primas nacionais, principalmente madeiras de eucalipto, não se tem muitas informações da influência da relação licor:madeira.

Neste sentido o Centro Técnico em Celulose e Papel do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. foi contratado pela Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério da Indústria e Comércio para a execução do projeto "Otimização da Relação Licor:Madeira e do Teor de Umidade dos Cavacos", incluído no Subprograma: Apoio Tecnológico em Conservação de Energia no Setor de Papel e Celulose.

Este trabalho tem por finalidade a apresentação dos principais resultados e conclusões deste estudo.

2. Simulação do Processo de Polpação por Computador

Os balanços de massa e de energia de uma instalação convencional de polpação, constituída basicamente em: um digestor do tipo batelada (aquecimento indireto), um tanque de "blow", depurador de nós e quatro filtros para lavagem em contra-corrente, foram realizados através de simulação de processo por computador.

Na simulação desta instalação usaram-se as sub-rotinas do programa GEMS (4) com 25 blocos e 41 correntes, cuja apresentação está na figura 1. Na Tabela I constam as condições de processo utilizadas na simulação.

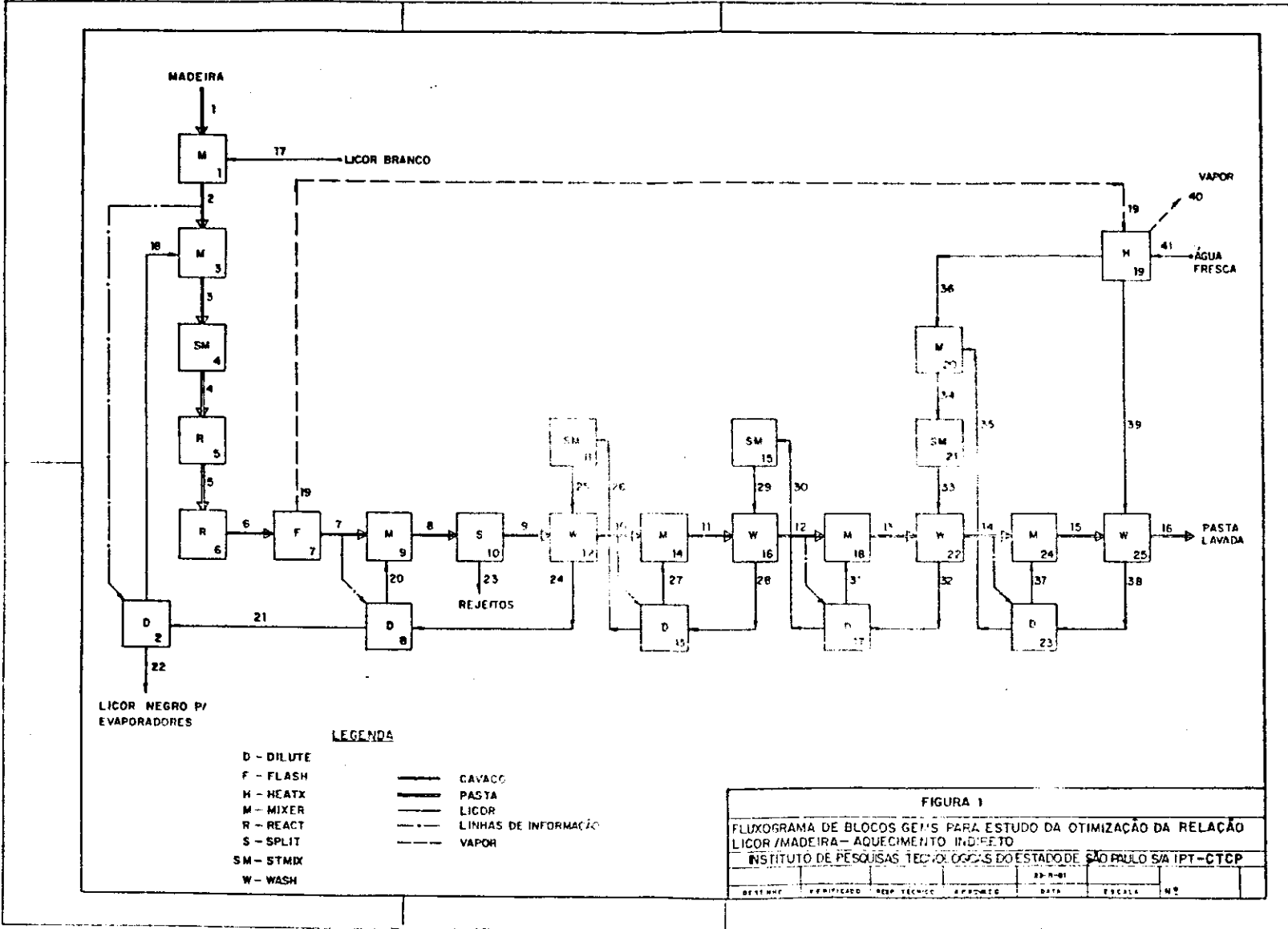
A concentração de álcali no licor branco foi variada de modo a possibilitar a simulação do processo na maioria dos níveis, principalmente: inferior da relação licor:madeira, como superior da umidade da madeira. As figuras 2,3 e 4 ilustram a variação do consumo de vapor na etapa de polpação em função da relação licor:madeira empregada, para as três concentrações de licor branco, respectivamente.

Observando-se estas figuras nota-se que o consumo de vapor necessário ao cozimento sobe: com o aumento da relação licor:madeira, com o aumento da umidade da madeira e com a diminuição da temperatura do licor introduzido no digestor.

Tabela I. Condições do processo de polpação adotadas na simulação no caso de aquecimento indireto

PARÂMETROS	NÍVEIS ESTUDADOS			
Relação licor:madeira	2,5:1	3,0:1	3,5:1	4,0:1
Umidade dos cavacos (%)	30	50	70	
Temperatura do licor branco alimentado ao digestor (°C)	70	80	90	100
Álcali ativo no licor branco (g/L, em Na ₂ O)	83,8	100,0	120,0	
Álcali ativo (% em Na ₂ O)*		14,75		
Sulfidez (% em Na ₂ O)* ²		29,50		
Temperatura máxima de cozimento (°C)*		170		
Rendimento total (%)*		46,0		

* Valores mantidos constantes durante os diversos processamentos



LICOR NEGRO P/ EVAPORADORES

LEGENDA

- D - DILUTE
- F - FLASH
- H - HEATX
- M - MIXER
- R - REACT
- S - SPLIT
- SM - STMX
- W - WASH
- CAVACO
- PASTA
- LICOR
- LINHAS DE INFORMAÇÃO
- VAPOR

FIGURA 1
 FLUXOGRAMA DE BLOCOS GEM'S PARA ESTUDO DA OTIMIZAÇÃO DA RELAÇÃO LICOR/MADEIRA - AQUECIMENTO INDIRETO
 INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO SA IPT-CTCP

DESIGNO	VERIFICADO	REVIS. TÉCNICA	APROVADO	29-10-81	ESCALA	Nº
---------	------------	----------------	----------	----------	--------	----

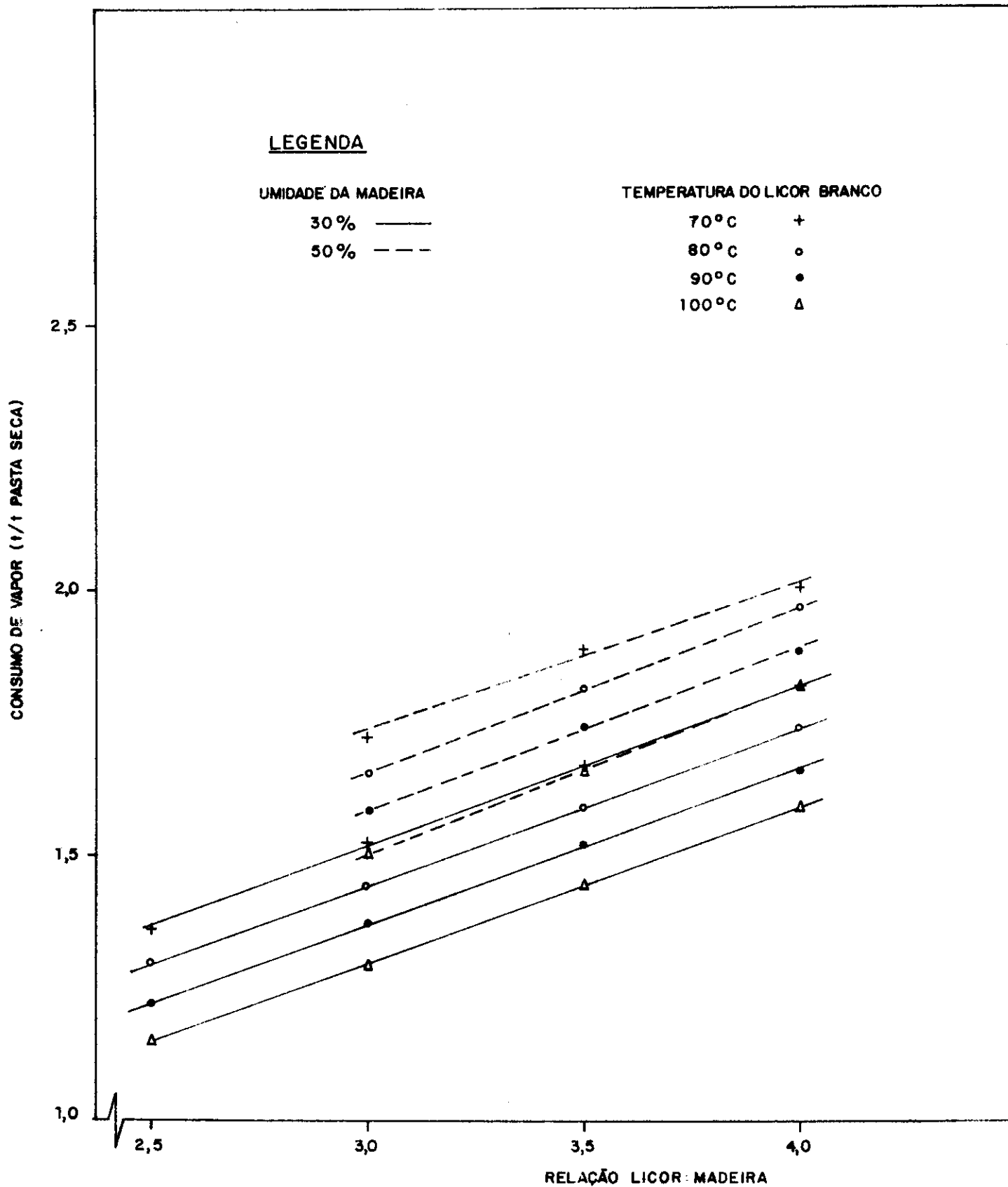


Fig. 2 - Variação do consumo de vapor em função da relação licor-madeira. Caso: Aquecimento indireto e concentração do licor branco igual a 83,8 g/L em Na₂O.

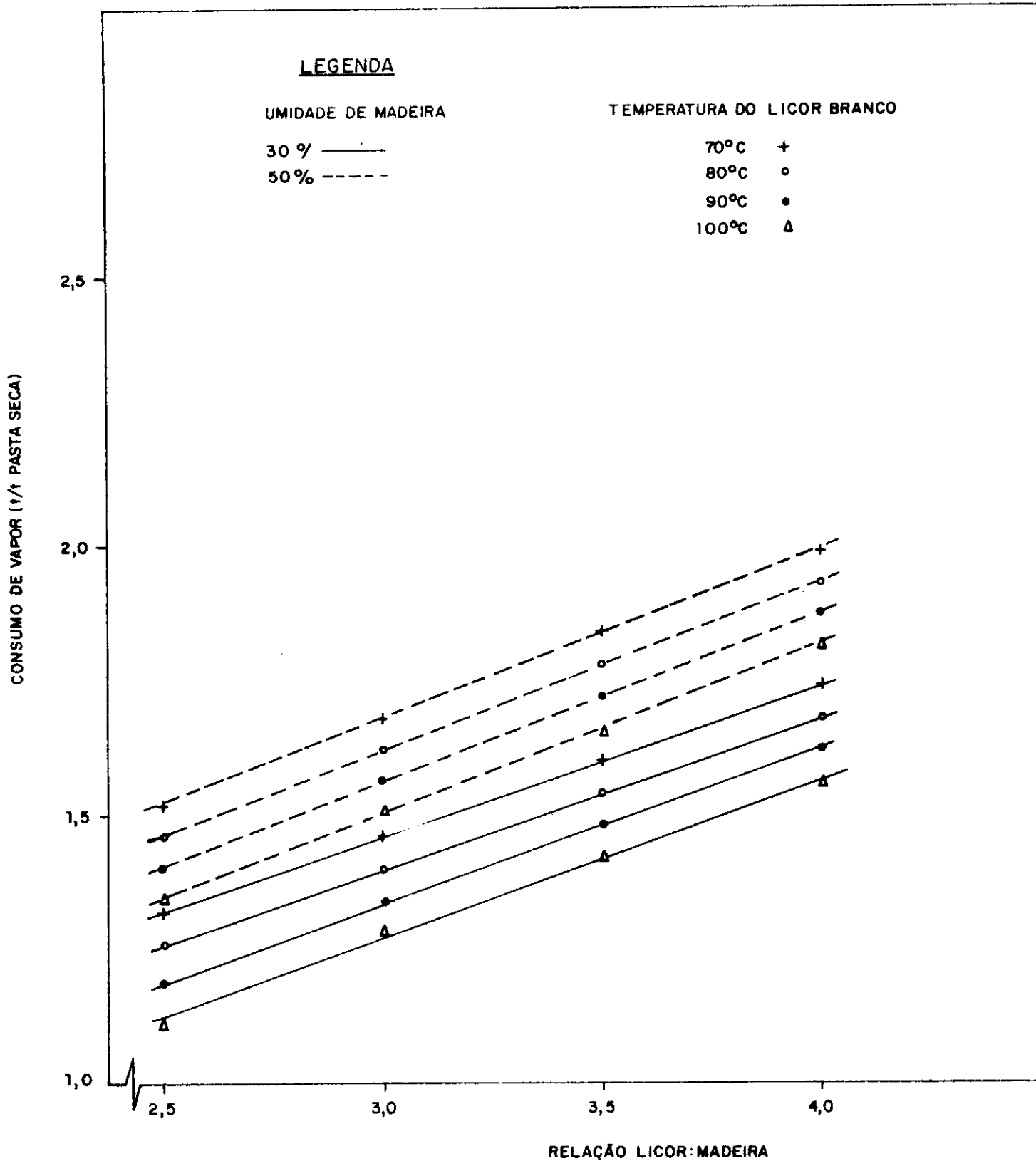


Fig.3 - Variação do consumo de vapor em função da relação licor-madeira. Caso: Aquecimento indireto e concentração do licor branco igual a 100 g/L em Na₂O.

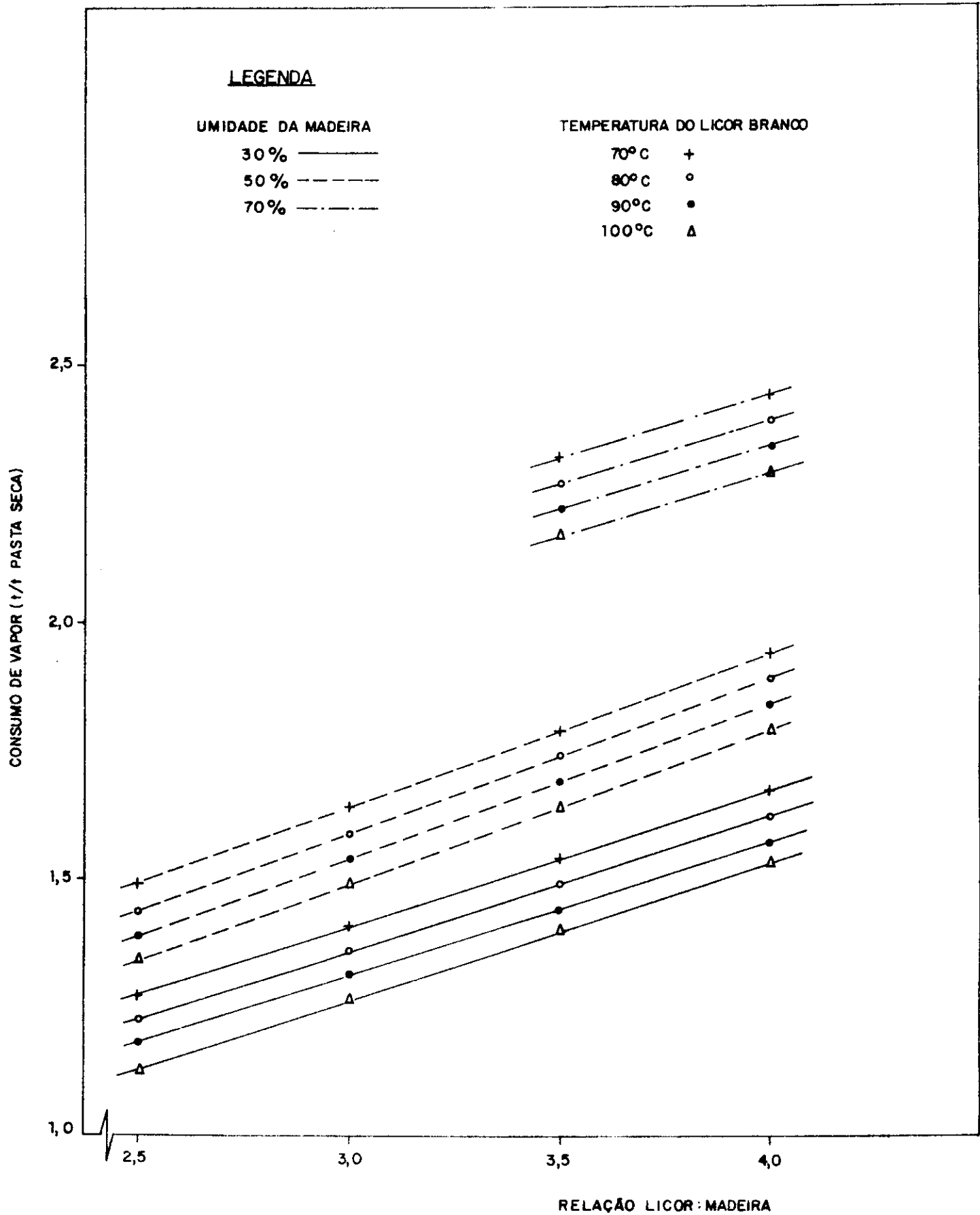


Fig.4 - Variação do consumo de vapor em função da relação licor-madeira. Caso: Aquecimento indireto e concentração do licor branco igual a 120 g/L em Na_2O .

A fim de quantificar as reduções no consumo de vapor devido à mudanças no processamento, calculou-se a variação porcentual do consumo de vapor, considerando-se duas possibilidades:

- a. variando-se a temperatura do licor branco de 70 a 90°C e mantendo-se constantes as demais condições;
- b. variando-se a relação licor:madeira de 4,0:1 para 3,0:1 com uma temperatura do licor branco igual a 80°C e as demais condições constantes.

As Tabelas II e III apresentam os valores calculados para os dois casos, respectivamente.

Os valores constantes da Tabela II indicam que um aumento da temperatura do licor branco de 70°C a 90°C causa uma redução do consumo de vapor na faixa de 4 a 10%. Os valores da Tabela III, entretanto, permitem notar que uma diminuição da relação licor:madeira de 4,0:1 para 3,0:1 produz uma redução mais acentuada de vapor, da ordem de 17%.

Conforme os valores apresentados nas Tabelas II e III observa-se, dependendo dos níveis das variáveis adotados, uma redução da ordem de 4 a 17%.

A Tabela IV dá uma estimativa de quanto estas reduções no consumo de vapor podem representar em economia de combustível para o caso de uma fábrica que produz cerca de 500t/dia de pasta celulósica.

Tabela II. Redução no consumo de vapor devido à variação da temperatura do licor branco (de 70 a 90°C), em %

Relação licor:madeira	Umidade dos cavacos (%)	Alcali ativo no licor branco (g/L, em Na ₂ O)		
		83,8	100,0	120,0
2,5:1	30	10,3	9,8	7,9
	50	-	7,9	6,7
	70	-	-	-
3,0:1	30	9,9	8,2	7,1
	50	8,7	7,1	6,1
	70	-	-	-
3,5:1	30	9,0	7,5	6,5
	50	7,9	6,5	5,6
	70	-	-	-
4,0:1	30	8,3	6,9	6,0
	50	7,4	6,0	5,2
	70	-	4,9	4,1

Tabela III. Redução do consumo de vapor devido à variação da relação licor:madeira, em %

Temperatura do licor branco (°C)	Umidade dos cavacos (%)	Alcali ativo no licor branco (g/L, em Na ₂ O)		
		83,8	100,0	120,0
80	30	17,2	16,7	16,1
80	50	16,2	16,1	15,9

Tabela IV. Economia de combustível a partir da redução do consumo de vapor no cozimento

Redução do consumo de vapor (%)	5	10	15	20
Redução do consumo de combustível (t/ano)				
. óleo combustível	1015	2030	3045	4060
. lenha	3300	6600	9900	13200

Para o cálculo foram adotadas as seguintes condições:

- . produção em pasta celulósica (base seca): 500t/dia
- . processamento anual: 330 dias
- . consumo médio de 1,6t de vapor/t de celulose seca
- . geração de vapor: 13 t de vapor/t de óleo combustível e 4 t de vapor/t de lenha seca

3. Parte Experimental

Com a finalidade de verificar como e quanto a variação da quantidade de líquidos alimentado ao digestor influi nas características do processo de polpação e no produto final foram realizados uma série de cozimentos.

Para os cozimentos foram utilizados cavacos de madeira de Eucalyptus saligna, com 7 anos de idade, obtidos em picador industrial das Indústrias de Papel Simão, São Paulo.

Os cavacos foram classificados, segundo as dimensões, num classificador tipo Willians (TMI). As frações de cavacos retidas nas peneiras de furos com diâmetro 0,95 - 1,58 e 2,21cm foram empilhadas formando-se uma pequena pilha que foi revolvida e refeita por 6 vezes para uma perfeita homogeneização. Ao final, os cavacos foram colocados em sacos plásticos e armazenados em câmara frigorífica à 4°C até o momento de sua utilização.

Os cozimentos foram efetuados em autoclave marca M/K, de aço inoxidável, com capacidade de seis litros, aquecida eletricamente, com circulação forçada de licor, provida de controles de temperatura e pressão.

Os níveis e as variáveis estudadas foram os seguintes:

- . álcali ativo em relação à madeira seca (% em Na₂O) : 15,0 - 17,0
- . massa seca dos cavacos (%) : 50,0 - 70,0
- . relação licor:madeira : 2,5:1 - 3,0:1 - 3,5:1 - 4,0:1 - 5,0:1

Foram mantidas constantes:

- . Sulfidez (% em Na₂O) : 25
- . Temperatura dos cavacos : ambiente
- . Temperatura do corpo do digestor (°C) : 80 ± 5
- . Temperatura do licor branco (°C) : 75 ± 5
- . Temperatura do cozimento (°C): 165
- . Tempo de aquecimento (min) : 60

OBS: Para facilitar a referência posterior tanto o álcali ativo como a sulfidez serão apresentados em porcentagem relativa à madeira seca e em Na₂O.

Com as pastas celulósicas obtidas foram realizadas as seguintes determinações: rendimento depurado, quantidade de rejeitos, N^o Kappa, viscosidade e alvura. Estas pastas foram refinadas em moinho Jokro, utilizando-se quatro tempos diferentes de refinação. Em seguida foram preparadas folhas de 60g/m² em formador tipo Rapid K8then. Com as folhas determinou-se: gramatura, espessura, volume específico, índice de tração, de rasgo e de estouro.

Com o licor residual de cozimento foram feitas as seguintes determinações: sólidos totais, álcali residual, massa específica e pH.

A metodologia utilizada nos experimentos, assim como a descrição do modelo estatístico empregado, estão apresentados em um trabalho prévio (5). As análises de variância dos resultados experimentais foram executadas com o auxílio de um programa de computador elaborado pela equipe de Engenharia de Sistemas do IPT (6).

4. Resultados e discussão

Com vistas a se obter uma pasta celulósica com qualidade comercial o tempo de cozimento foi determinado experimentalmente de modo a se obter uma pasta com um N^o Kappa entre 15 e 19 (17 ± 2). Os ensaios preliminares foram realizados para as duas condições de álcali e com a relação licor:madeira fixada em 3,5 e a porcentagem de massa seca dos cavacos em 70%. Esses valores correspondem aos comumente adotados na indústria de celulose. A Tabela V resume as condições.

Tabela V. Cozimentos preliminares para determinação do tempo de polpação

Parâmetros		Tempo de cozimento determinado (min)
Fixo	Variável	
Relação licor:madeira 3,5:1 massa seca dos cavacos 70%	15	90
	17	65

A Tabela VI apresenta as condições empregadas na polpação e os valores médios dos resultados obtidos nas determinações realizadas com a pasta celulósica e com o licor negro. Para cada condição fizeram-se duas polpações.

O N^o Kappa das pastas celulósicas permaneceu nos limites pré-estabelecidos (17 ± 2), como revelam os valores constantes da Tabela VI.

Com os valores obtidos, experimentalmente, para rendimento de purado, rejeitos, sólidos totais no licor e viscosidade de pasta celulósica realizou-se a análise de variância, contendo a Tabela VII a conclusão desta análise, com os níveis de significância dos três fatores e de suas interações sobre tais medições.

Tabela VI. Condições e resultados da polpação

Alcali ativo	15%										17%									
Tempo de cozimento	90 min										65 min									
Massa seca, relativa	50%					70%					50%					70%				
Relação licor:madeira	2,5:1	3,0:1	3,5:1	4,0:1	5,0:1	2,5:1	3,0:1	3,5:1	4,0:1	5,0:1	2,5:1	3,0:1	3,5:1	4,0:1	5,0:1	2,5:1	3,0:1	3,5:1	4,0:1	5,0:1
Número Kappa	17,5	16,9	17,5	18,5	19,0	17,6	17,5	18,4	18,1	18,7	-	15,3	16,3	17,1	17,1	15,9	15,9	16,7	17,2	17,4
Rendimento depurado (%)	49,7	51,1	51,8	52,3	51,6	52,7	51,0	53,5	53,6	52,5	-	50,2	50,8	51,1	52,0	49,2	48,5	53,5	50,3	50,5
Rejeitos (%)	3,2	1,6	1,6	0,8	0,8	0,7	1,7	1,1	0,6	0,6	-	0,7	0,7	0,4	0,4	1,6	2,3	0,3	0,5	0,6
Alvura (% Alveola)	36,8	37,0	37,0	37,3	39,3	34,7	37,5	35,5	39,1	39,5	-	39,2	39,8	41,3	41,8	36,9	37,0	38,9	38,0	37,4
Viscosidade da polpa (%)	33,3	41,8	43,8	54,0	68,7	31,2	34,6	48,6	46,5	61,2	-	28,8	42,6	47,4	57,8	34,7	33,6	40,5	45,5	60,3
Sólidos totais no licor negro (%)	15,0	14,8	14,9	12,7	11,7	14,0	15,3	15,0	13,9	11,8	-	16,0	15,6	13,7	11,6	16,7	16,8	15,6	13,0	11,7
Alcali residual (g/L em Na ₂ O)	1,5	1,2	2,0	4,2	2,1	3,9	2,2	2,8	2,9	4,0	-	8,7	8,5	8,2	7,8	6,5	9,8	4,5	5,3	5,7
Massa específica (g/cm ³)	1,08	1,08	1,08	1,07	1,07	1,07	1,07	1,08	1,08	1,06	-	1,09	1,09	1,08	1,06	1,09	1,09	1,09	1,07	1,07
pH do licor negro	11,1	11,0	11,9	11,8	11,7	11,7	11,8	11,8	11,6	11,6	-	13,0	12,7	13,1	12,7	12,7	12,7	12,6	12,6	13,1

Tabela VII. Resumo de análise de variância

Fator e interação	Rendimento depurado	Rejeitos	Sólidos totais no licor negro	Viscosidade da pasta celulósica
L	**	**	***	***
S	NS	NS	NS	*
C	***	NS	*	**
LS	NS	NS	NS	NS
LC	NS	NS	**	NS
SC	***	NS	NS	-
LSC	NS	NS	NS	-
r	NS	NS	NS	-

Notação: L - Relação licor:madeira NS - não significativa
 S - Massa seca dos cavacos * - pouco significativa
 C - Condição de polpação ** - significativa
 r - repetição *** - altamente significativa

Como a relação licor:madeira, pela análise de variância, é significativa nos valores do rendimento depurado e não apresentou interação significativa com os outros fatores, os resultados do rendimento depurado, em função da variação da relação licor:madeira, podem ser contidos em uma tabela de média globais (Tabela VIII).

Tabela VIII. Rendimento depurado em função da relação licor:madeira

	Relação licor:madeira				
	2,5:1	3,0:1	3,5:1	4,0:1	5,0:1
Rendimento depurado (%)	50,5	50,2	52,4	51,8	51,7

Como os fatores, condições de polpação e massa seca dos cavacos, apresentam uma interação entre si, a variação do rendimento depurado, em função destes parâmetros, pode ser expressa numa tabela de dupla entrada (Tabela IX).

Tabela IX. Rendimento depurado, em função das condições de polpação e massa seca dos cavacos, em %

		Condições de polpação	
		álcali ativo - 15% tempo - 90 min	álcali ativo - 17% tempo - 65 min
massa seca dos cavacos	50%	51,3	51,0
	70%	52,6	50,4

Os valores apresentados nas Tabelas VIII e IX, para um experimento em escala de laboratório, podem ser considerados praticamente constantes, já que a sua variação relativa está entre 2 e 3%, o que pode ser atribuído, em parte, ao erro experimental. Por outro lado, uma variação desta ordem dos valores de rendimento, numa escala industrial, já é bastante representativa e deste modo os resultados apresentados devem ser interpretados em caráter orientativo quanto à influência das variáveis es

tudadas sobre o rendimento.

A análise de variância caracteriza a relação licor:madeira como significativa, a um nível de 5%, com relação aos valores dos rejeitos. A figura 5 revela um decréscimo do valor para rejeitos na polpação quando aumenta a relação licor:madeira; isso se explica pela distribuição mais uniforme dentro do digestor durante a polpação quando a relação licor:madeira atinge ou supera o valor de 3,5:1. Deve-se, entretanto, lembrar que os valores resultam de experimentos em escala de laboratório e não permitem simples extrapolação para a escala industrial; são porém, válidos como uma orientação quanto à influência da relação licor:madeira.

O grau de alvura (Tabela VI) não variou consideravelmente em função da relação licor:madeira, para um determinado conjunto de condições estudadas. Esse fato pode ser notado pela análise da Tabela X.

Tabela X. Valores médios, máximos e mínimos do grau de alvura da pasta celulósica em função das condições de cozimento

Álcali ativo		15%		17%	
Tempo de cozimento		90 min		65 min	
Massa seca dos cavacos		50%	70%	50%	70%
Grau de alvura (% , Elrepho)	valor médio	37,5	37,3	40,5	37,5
	valor mínimo	36,8	34,7	39,2	36,2
	valor máximo	39,3	39,5	41,8	38,2

A análise de variância (Tabela VII) aponta que somente os fatores: relação licor:madeira e condição de polpação são significantes com relação ao valor dos sólidos totais do licor negro. Como a interação entre a relação licor:madeira e condição de polpação é significativa, os resultados são apresentados numa tabela de dupla entrada (Tabela XI).

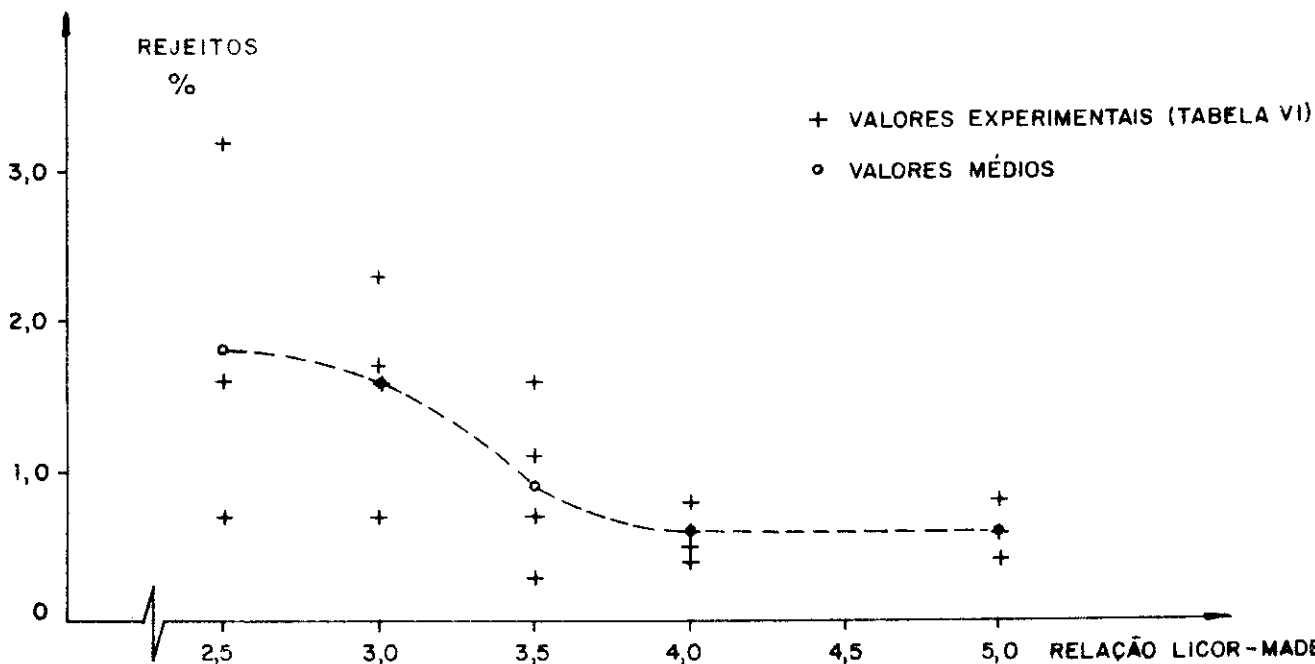


Figura 5. Variação da quantidade de rejeitos em função da relação licor:madeira

Tabela XI. Sólidos totais no licor negro, para diferentes relações licor:madeira e condições de polpação, em %

Relação licor:madeira	Condições de polpação	
	álcali ativo - 15% tempo - 90 min	álcali ativo - 17% tempo - 65 min
2,5:1	14,5	16,7
3,0:1	15,1	16,4
3,5:1	15,0	15,6
4,0:1	13,3	13,4
5,0:1	11,8	11,7

A representação gráfica destes valores (figura 6) ilustra a queda do valor relativo dos sólidos totais no licor negro com a diluição, sendo mais acentuada para um cozimento com mais álcali ativo.

Com relação à viscosidade da pasta celulósica, as três variáveis estudadas são significantes (Tabela VII). O gráfico da figura 7, contendo os valores médios da viscosidade, já que a relação licor:madeira não apresentou interação significativa com os outros fatores, ressalta a subida dos valores com o aumento da relação licor:madeira e, por conseguinte, com a dispersão mais uniforme no sistema madeira:reagentes durante a polpação.

Para cada condição de polpação foi feita uma curva de refinação com 5 níveis de refinação, tendo sido feitas nas folhas manuais as seguintes determinações: espessura, volume específico, índices de tração, de rasgo e de estouro. Para simplificar a análise dos dados e a sua apresentação, os valores experimentais foram normalizados a um único grau de refinação, 45ºSR (Tabela XII). Com os valores obtidos para a resistência mecânica, isto é, para os índices de tração, rasgo e estouro foi feita a análise de variância, mostrando a Tabela XIII a conclusão da análise, com os níveis de significância dos três fatores estudados e das suas interações sobre as medições.

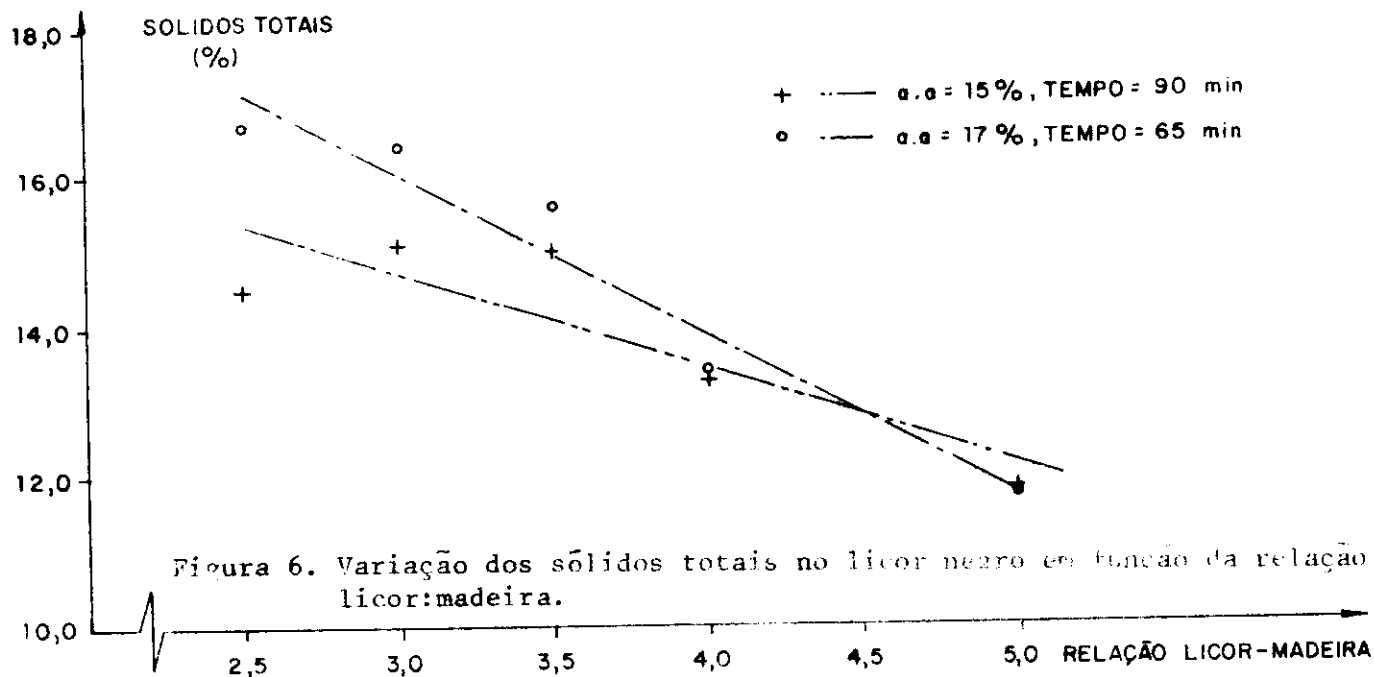


Tabela XII. Resultados dos ensaios físicos com a pasta celulósica, após normalização a um único grau de refinação, 45°SR

Alcali ativo	15%										17%									
	90 min										65 min									
Tempo de cozimento	50%					70%					50%					70%				
	2,5:1	3,0:1	3,5:1	4,0:1	5,0:1	2,5:1	3,0:1	3,5:1	4,0:1	5,0:1	2,5:1	3,0:1	3,5:1	4,0:1	5,0:1	2,5:1	3,0:1	3,5:1	4,0:1	5,0:1
Relação licor:madeira	2,5:1	3,0:1	3,5:1	4,0:1	5,0:1	2,5:1	3,0:1	3,5:1	4,0:1	5,0:1	2,5:1	3,0:1	3,5:1	4,0:1	5,0:1	2,5:1	3,0:1	3,5:1	4,0:1	5,0:1
Espessura (mm)	0,106	0,110	0,110	0,109	0,108	0,110	0,113	0,105	0,110	0,108	-	0,106	0,108	0,107	0,106	0,105	0,105	0,112	0,112	0,112
Volume específico (cm ³ /g)	1,74	1,77	1,75	1,74	1,73	1,81	1,83	1,78	1,81	1,83	-	1,73	1,74	1,77	1,76	1,70	1,70	1,78	1,80	1,78
Índice de tração (N/m ²)	83,5	89,0	90,8	96,3	96,9	75,7	72,4	72,8	80,1	77,4	-	83,5	83,1	83,7	80,3	83,8	89,5	94,9	77,5	76,5
Índice de rasgo (mN.m ² /g)	12,1	12,6	11,6	13,1	12,4	13,6	12,0	13,1	13,2	12,7	-	17,1	12,0	14,0	13,4	15,0	12,6	12,0	12,7	12,6
Índice de estouro (kPa.m ² /g)	6,0	6,1	6,1	6,6	7,2	4,4	4,7	5,2	5,6	5,8	-	5,1	5,9	5,9	5,6	4,8	5,3	6,0	5,5	6,7

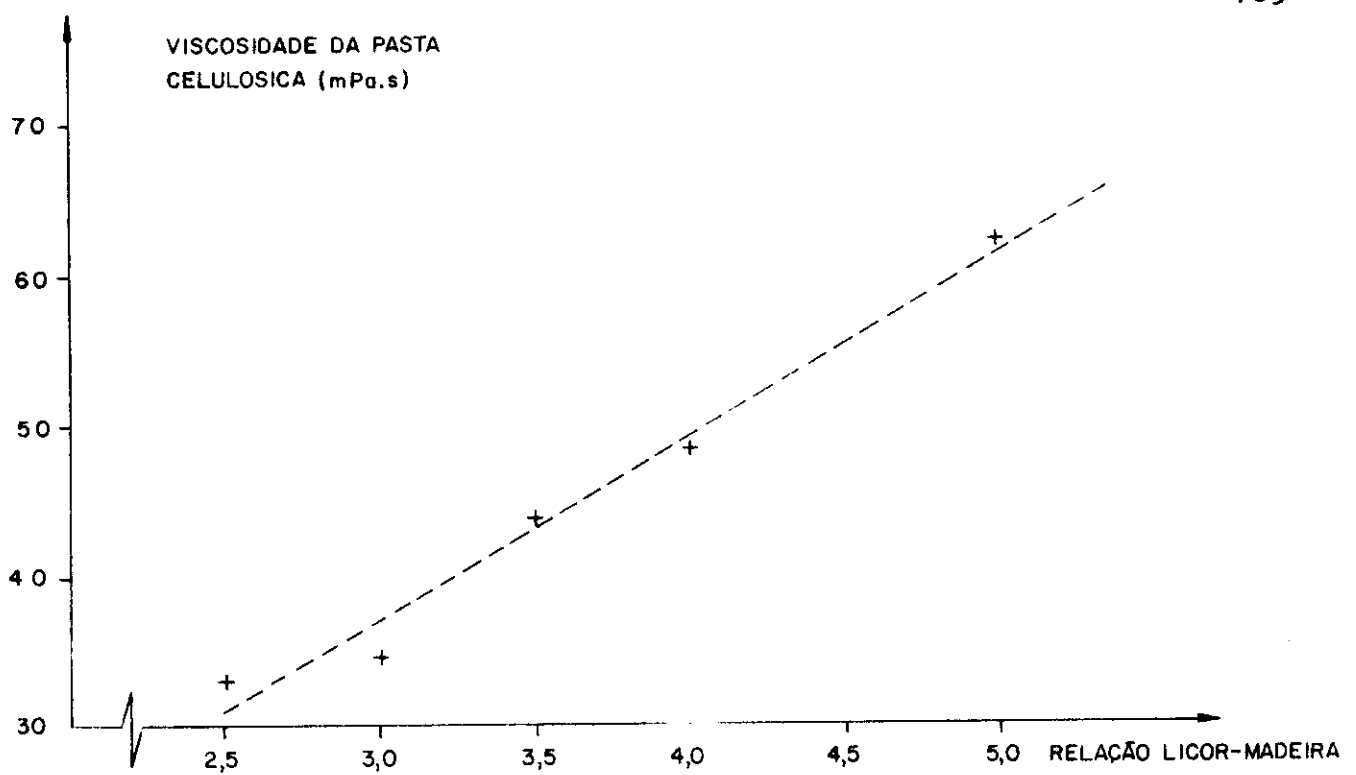


Figura 7. Variação da viscosidade da pasta com a relação licor:madeira
Tabela XIII. Resumo de análise de variância

Fator e interação	Índice de tração	Índice de rasgo	Índice de estouro
L	NS	NS	NS
S	**	NS	NS
C	NS	NS	NS
LS	NS	NS	NS
LC	NS	NS	NS
SC	**	NS	NS

Notação: L - Relação licor:madeira
S - Teor seco dos cavacos
C - Condição de polpação

NS - não significativa
* - pouco significativa
** - significativa
*** - altamente significativa

Considerando-se os níveis estudados e os dados das Tabelas XII e XIII verifica-se que a relação licor:madeira não tem influência significativa sobre as características físicas da pasta celulósica.

Somente a massa seca dos cavacos exerce uma certa influência nos resultados de Índice de tração. Como esta variação apresentou interação com o fator condição de cozimento os valores da Tabela XII podem ser apresentados numa Tabela de dupla entrada (Tabela XIV).

Tabela XIV. Índice de tração em função das condições de cozimento e da massa dos cavacos, para 45^oSR, em N.m/g

		Condições de cozimento	
		álcali ativo - 15% tempo - 90 min	álcali ativo - 17% tempo - 65 min
Massa seca dos cavacos	50%	91,3	82,7
	70%	75,7	84,4

Dos dados da Tabela XIV, na faixa estudada, pode-se concluir que para o nível inferior de álcali ativo, um valor alto da massa seca dos cavacos prejudica o índice de tração, enquanto para o nível superior de álcali os resultados do índice de tração são praticamente idênticos, para ambos os níveis de massa seca dos cavacos.

5. Conclusões

A seguir são apresentadas de forma sucinta as principais conclusões oriundas do presente trabalho.

Considerando-se o balanço material e energético da etapa de polpação kraft conclui-se que uma diminuição da quantidade de líquidos alimentada ao digestor, ou seja a diminuição da relação licor:madeira, leva a uma redução do consumo de vapor no cozimento da ordem de 17%, dependendo ainda dos níveis de outras variáveis de processo.

Este efeito, embora em menor intensidade, pode ser conseguido quando se aumenta a temperatura do licor alimentado ao digestor. Assim a elevação da temperatura de 70 a 90°C corresponde a uma redução na faixa de 5 a 10%, no consumo de vapor. Esta redução no consumo de vapor é conseguida à custa do aquecimento deste licor através da utilização de fontes secundárias de calor (por exemplo: vapor de blow-tank, condensados, etc), preferência que varia de fábrica para fábrica.

Com relação à influência da diminuição da quantidade de líquidos alimentada ao digestor sobre as características do processo, do licor negro e da pasta celulósica, a Tabela XV apresenta um resumo do que foi concluído dentro dos limites deste estudo.

Tabela XV. Influência do decréscimo da relação licor:madeira nas características do processo de polpação e da pasta celulósica

Rendimento depurado	Praticamente inalterado
Quantidade de rejeitos	Tende a aumentar
Sólidos totais no licor negro	Aumenta
Viscosidade de pasta celulósica	Diminui
Propriedades físicas (alvura, índices de tração, rasgo e estouro)	Praticamente inalteradas

Como a polpação kraft pode variar de indústria para indústria, pois estão envolvidos vários fatores como, espécie e características da madeira, níveis de álcali ativo e de sulfidez, ciclo de cozimento, a Tabela XV tem caráter qualitativo e não quantitativo.

Para uma certa faixa de N° Kappa (15 a 19) o rendimento em pasta depurada praticamente não se altera e a quantidade de rejeitos cresce com a diminuição da relação licor:madeira.

Como era de esperar o valor para os sólidos totais no licor negro aumenta com o decréscimo da quantidade de líquido alimentado ao digestor. Dependendo das características do sistema de lavagem da pasta celulósica, este aumento é conservado e levará à obtenção de um licor para evaporação com uma maior concentração em sólidos; conseqüentemente haverá um menor consumo de vapor na evaporação para se atingir um determinado valor final de sólidos.

Com relação às características da pasta celulósica somente a viscosidade foi realmente prejudicada com o decréscimo da relação licor:madeira.

Bibliografia

- 1 - Kleinert, T.N. e Marraccini, L.M. - Distribution of Chemicals in Commercial Wood Chips - Tappi - Vol. 48, nº 3, March 1965.
- 2 - Nolan, W.J. - The importance of Chip Moisture in Kraft Pulping - Tappi - Vol. 42, nº 4, April 1959.
- 3 - Hatton, J.V. e Keays, J.L. - Effect of Chip Geometry and Moisture on Yield and Quality of Kraft Pulp from Western Hemlock and Black Spruce - Pulp & Paper Magazine of Canada - Vol. 74, nº 1, January 1973.
- 4 - Edwards, L. e Baldus, R. - General Energy and Material Balance System: A Modular Computer System for Pulp and Paper Applications, Idaho Research Foundation, Inc. - 1977.
- 5 - Otimização da Relação Licor:Madeira e do Teor de Umidade dos Cavacos - Relatório Nº 16.279/2. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT - Julho 1982 - Não publicado.
- 6 - Rotinas Científicas para Análise e Interpretação de Dados - Vol. I e II - Departamento de Engenharia de Sistemas - IPT - 1980.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério da Indústria e do Comércio e a colaboração da equipe do CTCP/IPT na realização dos ensaios de laboratório.