

ACERCA DA SOLUBILIDADE EM ÁLCALIS DE MATERIAIS CELULÓSICOS  
III. Efeito de soluções alcalinas diversas sobre a madeira do eucalipto

por

Celso Edmundo Bochetti Foelkel

Rudimar Mendonça Lobato

Ana Cristina Arla Cabrera

José Vilton Marengo

RIOCELL - Rio Grande Cia. de Celulose do Sul

Introdução

O conhecimento da maneira como as madeiras e polpas se comportam em soluções alcalinas é do mais alto significado, frente ao fato de que, necessariamente, em seus processamentos, quer um ou outro, acabam tomando contato com soluções de moderada a alta alcalinidade. Esse tipo de estudo, iniciado em 1980 por FOELKEL *et alii*, buscava, em uma primeira etapa, conhecer os modelos de comportamento de madeiras de *Eucalyptus sp* e de *Acacia mearnsii* e, também, de polpas diversas tipo papel e solúvel, quando submetidas a extrações por soluções de soda cáustica e de potassa cáustica em diferentes níveis de concentração. O estudo inicial revelou a necessidade de maiores pesquisas sobre o assunto, pois vislumbrou-se a possibilidade de se obterem ganhos nas práticas industriais do cozimento kraft alcalino e da purificação por álcali de polpas celulósicas. As primeiras tentativas, que se seguiram, visavam permitir a obtenção de polpas solúveis com reduzido teor de hemiceluloses, com o intuito de seu mais amplo aproveitamento pela indústria de derivados de celulose (MARENGO *et alii*, 1980 a).

Em uma continuação dessa série de pesquisas, procurou-se, neste estudo, conhecer melhor o comportamento da madeira do eucalipto, quando submetida ao contato com diversos tipos de soluções alcalinas. O objetivo no caso era o de descobrir alternativas para o início do cozimento kraft convencional, onde alta pro



porção de carboidratos é removida antes mesmo de se atingir a temperatura de deslignificação. Essa reação não seletiva do licor de cozimento kraft com os carboidratos de baixo peso molecular é responsável por uma redução de cerca de 25% do peso da madeira, na fase inicial do cozimento (até 145°C), com um consumo de álcali ativo de cerca de 50% do adicionado base madeira (BUSNARDO, FOELKEL & REGAZZI, 1981). Trata-se portanto de um enorme desperdício que a tecnologia do processo kraft ainda não obteve resposta em nível econômico, pois as diversas tentativas que surgiram para solucionar esse problema, ou usavam produtos químicos caros (boridreto de sódio), ou esbarravam no problema de custos adicionais para controlar a poluição extra do ar (adição de polissulfetos ou de gás sulfídrico).

### *Material e Métodos*

A madeira utilizada para os ensaios provinha de uma tora de *Eucalyptus saligna*, obtida de árvore com 9 anos de idade, que desenvolvia-se no Horto Florestal "Barbanegra" da Riocell, localizado nas proximidades de Guaíba - RS. A tora foi amostrada na secção média da árvore, para evitar as regiões de transição com a raiz e de influência da copa.

Para o preparo do material lenhoso, seccionou-se inicialmente a tora em discos, os quais foram transformados manualmente em cavacos. A seguir, esses foram reduzidos a serragem em moinho tipo Wiley. Classificou-se, para a extração, a serragem que passava em uma peneira de malha 40 e era retida em peneira de malha 60 (fração 40/60). Para evitar a interferência dos extrativos nos resultados, dificultando dessa forma a interpretação dos mesmos, procedeu-se uma extração, inicialmente com água, e depois com álcool-benzeno (solução 1:2). A serragem isenta de extrativos era secada ao ar e aguardava o teste de extração por solução alcalina.

Os seguintes tipos de licores foram testados para verificar seu potencial de extração de material da madeira do *Eucalyptus saligna*:

Licor 1 : Licor verde kraft, com álcali total titulável de 6%,

expresso como soda cáustica, e sulfididade de cerca de 22%.

Lícor 2 : Licor NSSC (sulfito neutro), aqui definido como NCSS-1, pois foram testados dois tipos de licor NSSC. Para sua preparação foram adicionadas 30 gramas de  $Na_2SO_3$  e 4 gramas de soda cáustica em um balão volumétrico, completando-se o volume para 1 litro. A concentração do licor foi escolhida, visando corresponder a uma dose de 15% de  $Na_2SO_3$  e 2% de  $NaOH$  base madeira, a qual se considerou seria potencialmente viável para atuar na fase inicial do cozimento da madeira.

Lícor 3 : Licor sulfato de sódio, obtido pela dissolução, com água, de 5 gramas de  $Na_2SO_4$  e 0,9 gramas de  $NaOH$ , para um litro. A razão de se testar o sulfato de sódio como agente de extração da madeira se relacionava à idéia de se fazer a reposição de  $Na_2SO_4$  no processo kraft junto ao cozimento, em sua fase inicial, ao invés de diretamente na caldeira de recuperação.

Lícor 4 : Licor NSSC-2, constituído de solução contendo 5 gramas de  $Na_2SO_3$  e 0,8 g de  $NaOH$  por litro. A razão de se diminuir a concentração desse licor em relação a NSSC-1 era para se tentar fazer a reposição de enxofre e soda ao sistema via licor NSSC na fase inicial do cozimento. Para que isso acontecesse, tendo em vista as baixas taxas de perdas da moderna indústria de polpa kraft, a concentração do licor NSSC deveria ser reduzida.

Lícor 5 : Licor branco kraft, com concentração de álcali total titulável de 6% como  $NaOH$  e sulfididade de cerca de 22%.

Lícor 6 : Licor preto kraft, com concentração de álcali total titulável de 6% como  $NaOH$ , obtida por concentração por

evaporação. O licor preto era previamente filtrado para evitar a interferência de fibras e flocos nos resultados.

Lícor 7 : Licor (verde + NSSC-2), obtido pela dissolução, em água, de 5 gramas de  $Na_2SO_3$  e 5 gramas de álcali total de licor verde kraft, para um litro.

Lícor 8 : Licor soda cáustica, com concentração de 6% como  $NaOH$ .

Lícor 9 : Licor sulfeto de sódio, com concentração de 6% como  $NaOH$ .

Lícor 10: Licor carbonato de sódio, com concentração de 6% como  $NaOH$ .

Lícor 11: Água previamente neutralizada.

A ampla gama de licores ensaiados objetivava avaliar o efeito de solubilização de compostos da madeira, tanto pela água isoladamente como por licores usuais no processamento kraft (branco, verde e preto) e por seus principais componentes individualizados ( $NaOH$ ,  $Na_2S$  e  $Na_2CO_3$ ), além de soluções especiais como as de sulfato de sódio e combinações do NSSC.

Foram realizados ensaios de solubilização em duas temperaturas: 20°C e 80°C. Na primeira, todos os licores foram ensaiados, enquanto que na segunda, apenas os de maior interesse com base nos resultados da primeira. Para a extração a 80°C foram testados os licores branco, (verde + NSSC-2) e verde.

Em todos os casos, executavam-se extrações com o licor específico por 1, 5, 15 e 60 minutos.

O ensaio era executado pela mistura de 25 ml do licor em teste com 5 gramas absolutamente secas da serragem classificada e isenta de extrativos. A temperatura de ensaio era rigorosamente controlada e o tempo de tratamento era cronometrado a partir do momento da mistura da madeira com a solução.

Ao final do tratamento, a suspensão era filtrada e a serragem bem lavada com água desmineralizada para retirada do álcali residual. Posteriormente à secagem ao ar dessa serragem, determinava-se o rendimento do tratamento, com base na perda de peso a.s.. Esse rendimento, expresso em porcentagem base peso inicial, foi denominado Solubilidade (S). A relação entre solubilidade e tempo (S/T) foi calculada e significava a taxa de solubilidade, ou melhor, a velocidade de solubilidade dos materiais da madeira pelo licor em questão.

A serragem seca resultante do tratamento de solubilização era dividida em duas porções: a) Em uma amostra de 1,5 gramas a.s. realizava-se o teste de solubilidade em NaOH 8% ( $S_8$ ) nas condições padrões do teste (concentração da solução de soda = 8%; temperatura = 20°C; tempo = 60 minutos). b) Uma outra porção da serragem seca era repassada no moinho Wiley e novamente classificada para se obter quantidade suficiente de material passando na peneira de malha 100. A seguir, colocava-se uma determinada quantidade dessa serragem em água destilada durante 12 horas, para hidratação. Nessa suspensão determinava-se o número kappa da madeira.

O ensaio de solubilidade em NaOH 8% foi realizado com a finalidade de se verificar a disponibilidade em material extraível por solução de soda cáustica em sua condição de máxima extração (8%) para a madeira do eucalipto, conforme demonstraram FOELKEL *et alii* (1980).

O número kappa da madeira era determinado para verificar a possível ação de deslignificação dos licores nas condições do ensaio.

Para fins de comparação, caracterizou-se a madeira antes dos ensaios com os licores para as seguintes de suas propriedades:  $S_8$  e número kappa.

### *Resultados*

A caracterização da madeira isenta de extrativos revelou que sua solubilidade em álcali a 8% era de 13,4% e o seu número kappa era de 118,2.

Realizados os ensaios de extração a 20°C com os diversos licores, foi possível se compor os Quadros 1 e 2 e as Figuras 1 e 2, onde eram apresentadas as solubilidades (S) e as taxas de solubilidade (TS) da madeira pelos licores (i) em função do tempo de extração.

Quadro 1: Solubilidade da madeira de *Eucalyptus saligna* em licores a 20°C [ $S_i = f(T)$ ]

i	Licor	Tempo (minutos)			
	tipo	1	5	15	60
1	Verde	1,2	1,4	3,0	3,8
2	NSSC-1	4,6	5,1	5,5	6,3
3	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2,7	3,4	4,3	5,7
4	NSSC-2	0,5	0,7	0,9	1,0
5	Branco	1,7	4,6	5,5	7,6
6	Preto	1,1	2,8	3,4	5,0
7	Verde+NSSC-2	1,2	2,5	3,1	3,8
8	NaOH	4,4	7,6	8,6	10,1
9	Na <sub>2</sub> S	0,8	2,0	3,0	4,9
10	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,5	1,1	1,4	1,9
11	H <sub>2</sub> O	0,5	0,8	1,1	1,3

Quadro 2: Taxa de solubilidade da madeira em licores a 20°C.  
 $|TS_{\lambda} = f(T)|$

$i$	Licor	Tempo (minutos)			
	tipo	1	5	15	60
1	Verde	1,20	0,28	0,20	0,06
2	NSSC-1	4,60	1,02	0,37	0,10
3	$Na_2SO_4$	2,70	0,68	0,29	0,09
4	NSSC-2	0,50	0,14	0,06	0,02
5	Branco	1,70	0,92	0,37	0,13
6	Preto	1,10	0,56	0,23	0,08
7	Verde+NSSC-2	1,20	0,50	0,21	0,06
8	$NaOH$	4,40	1,52	0,57	0,17
9	$Na_2S$	0,80	0,40	0,20	0,08
10	$Na_2CO_3$	0,50	0,22	0,09	0,03
11	$H_2O$	0,50	0,16	0,07	0,02



Os resultados, em porcentagem, para os ensaios de solubilidade em NaOH 8% da madeira, após o tratamento com o licor de teste a 20°C, estão apresentados no Quadro 3 e Figura 3. Numa tentativa de se prever a quantidade máxima de material passível de ser extraído da madeira, se após o tratamento com licor a 20°C se submetesse a serragem a um tratamento com NaOH 8%, calculou-se, para cada caso, a soma dos valores S e S<sub>8</sub> (S + S<sub>8</sub>), que foi denominada de potencial de solubilidade (PS). Os resultados, em porcentagem, estão apresentados no Quadro 4 e Figura 4.

Relativamente ao número kappa (NK) das serragens após a extração a 20°C pelos licores, os resultados estão mostrados no Quadro 5 e Figura 5.

Quadro 3: Solubilidade em NaOH 8% da madeira extraída.

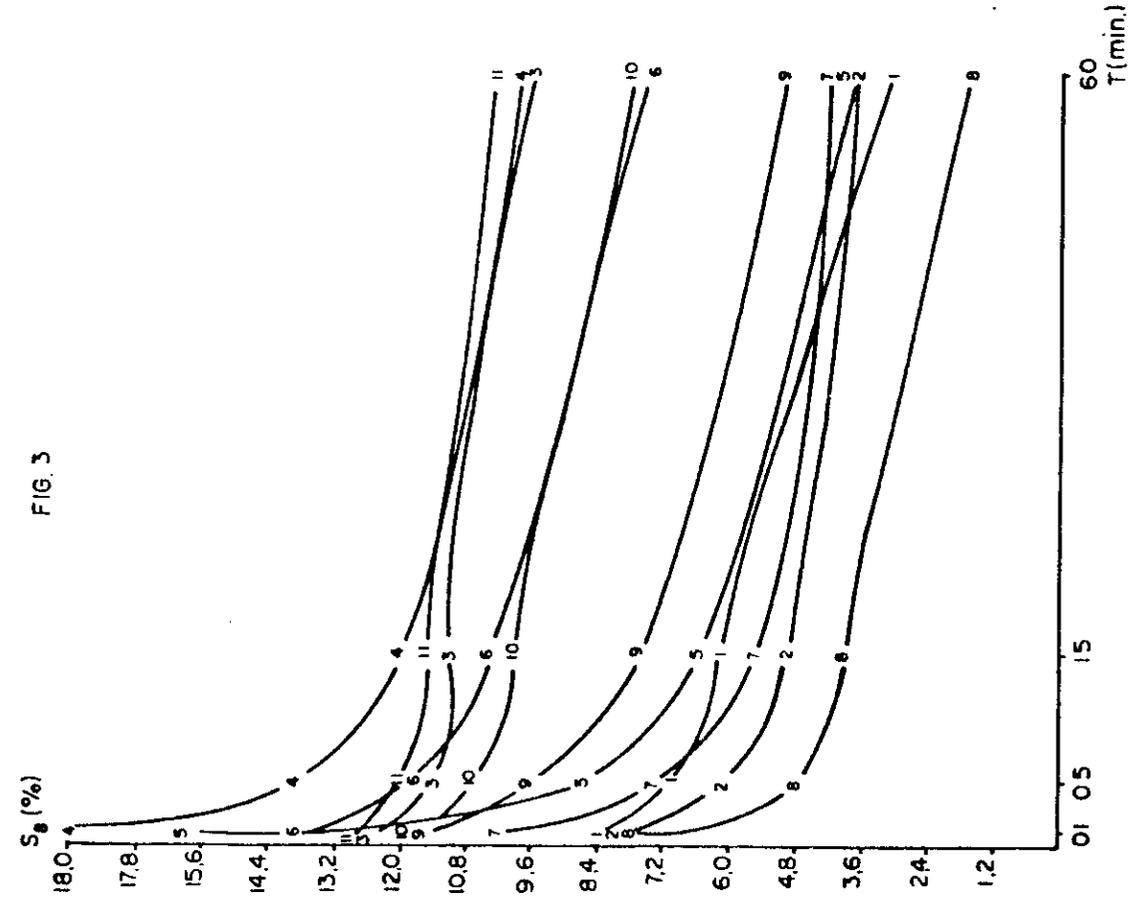
$$|S_{8i} = f(T)|$$

i	Licor		Tempo (minutos)			
	tipo	1	5	15	60	
1	Verde	8,4	7,1	6,3	3,1	
2	NSSC-1	8,3	6,0	5,0	3,7	
3	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	12,8	11,4	11,2	9,6	
4	NSSC-2	18,0	14,0	12,0	9,7	
5	Branco	16,0	8,7	6,7	3,7	
6	Preto	14,0	11,7	10,4	7,4	
7	Verde+NSSC-2	10,3	7,3	5,6	4,3	
8	NaOH	8,0	4,7	4,0	1,7	
9	Na <sub>2</sub> S	11,7	9,7	7,7	5,0	
10	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	11,6	10,7	10,0	7,7	
11	H <sub>2</sub> O	12,7	12,0	11,6	10,3	

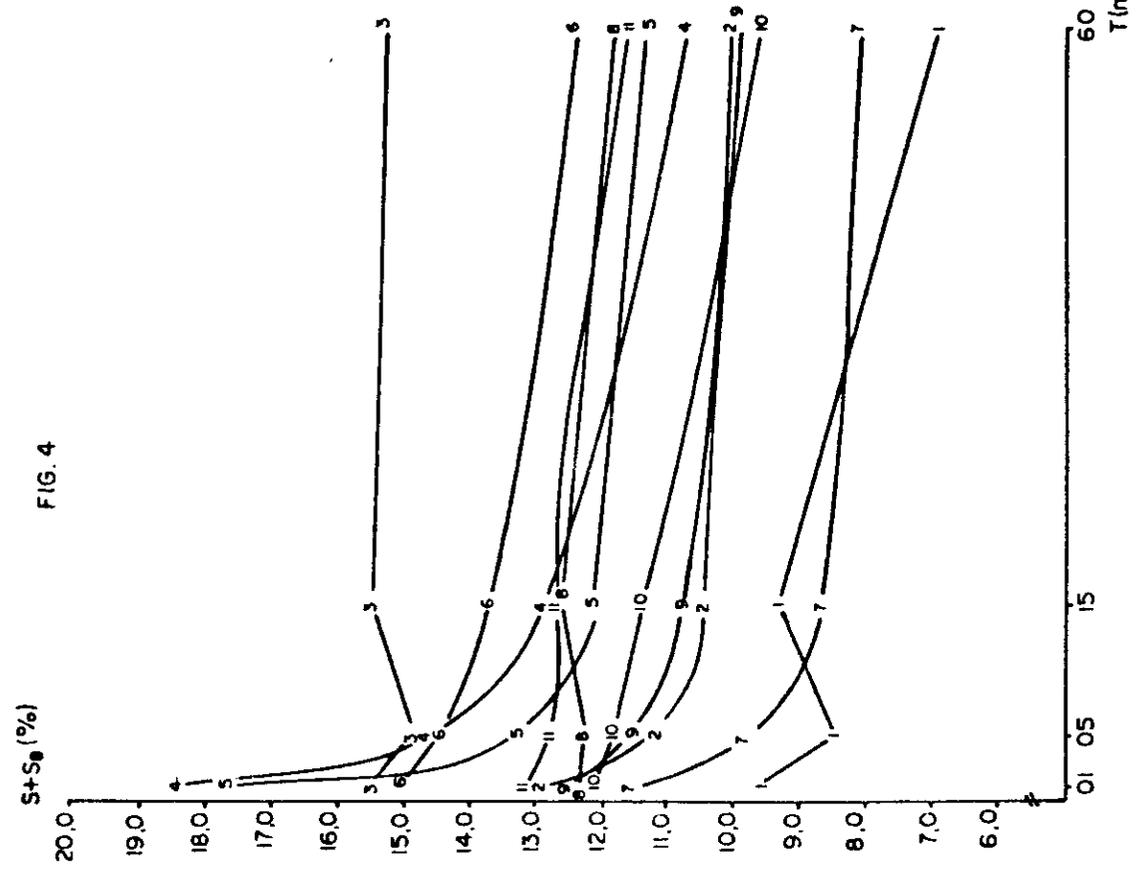
Quadro 4: Potencial de solubilidade da madeira.  $|PS_i = f(T)|$

<i>i</i>	Licor	Tempo (minutos)			
	tipo	1	5	15	60
1	Verde	9,6	8,5	9,3	6,9
2	NSSC-1	12,9	11,1	10,5	10,0
3	$Na_2SO_4$	15,5	14,8	15,5	15,3
4	NSSC-2	18,5	14,7	12,9	10,7
5	Branco	17,7	13,3	12,2	11,3
6	Preto	15,1	14,5	13,8	12,4
7	Verde+NSSC-2	11,5	9,8	8,7	8,1
8	$NaOH$	12,4	12,3	12,6	11,8
9	$Na_2S$	12,5	11,7	10,7	9,9
10	$Na_2CO_3$	12,1	11,8	11,4	9,6
11	$H_2O$	13,2	12,8	12,7	11,6

VARIAÇÃO DA SOLUBILIDADE EM NCOH 9% DA MADEIRA EXTRAIDA



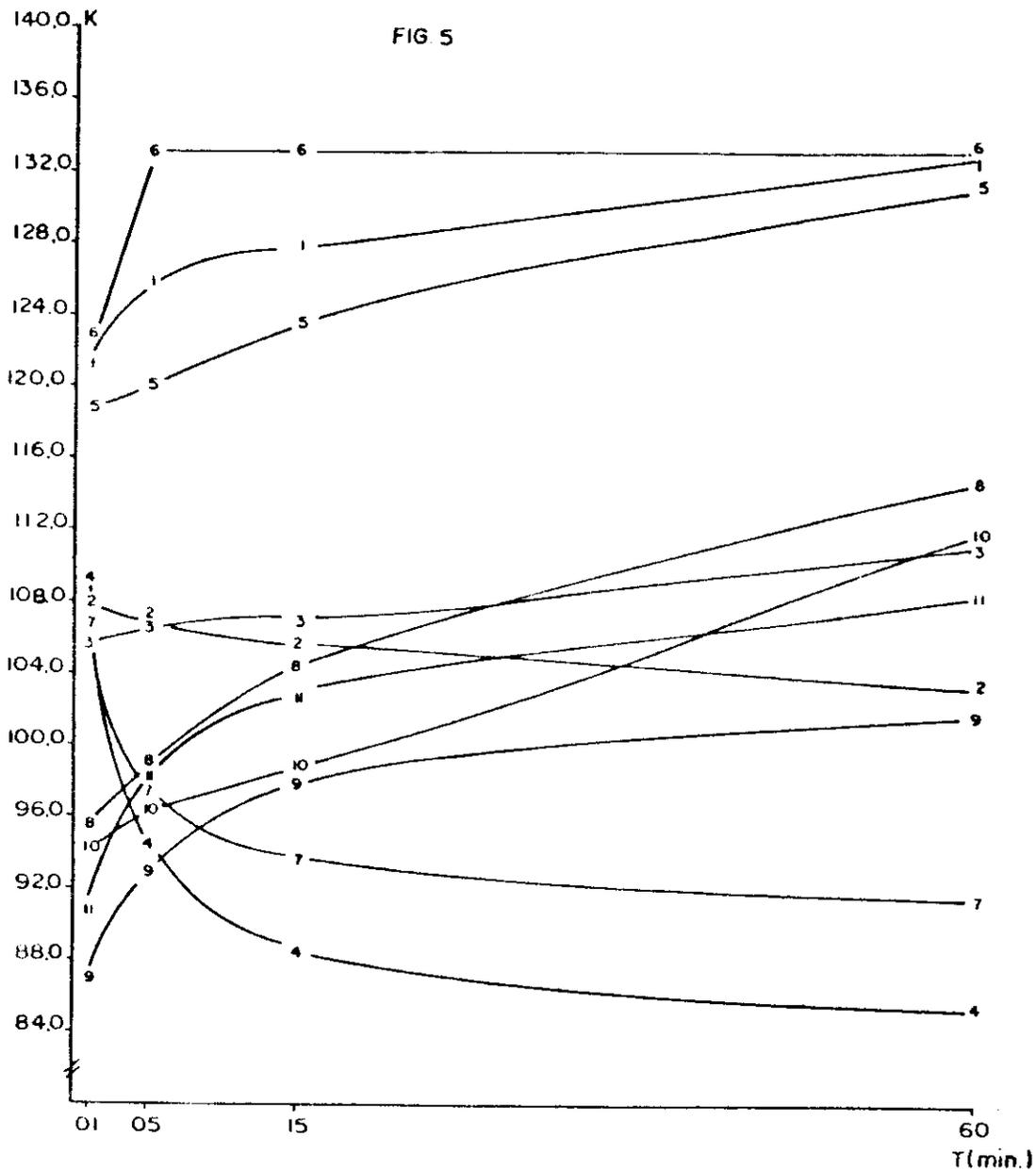
VARIAÇÃO DO POTENCIAL DE SOLUBILIDADE DA MADEIRA



Quadro 5: Número kappa da madeira extraída por licores a 20°C  
 $|NK_i = f(T)|$

i	Licor tipo	Tempo (minutos)			
		1	5	15	60
1	Verde	121,2	125,9	127,8	132,7
2	NSSC-1	107,0	106,6	105,6	103,2
3	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	105,9	106,8	106,9	115,5
4	NSSC-2	109,4	94,6	88,8	85,4
5	Branco	118,9	120,0	123,6	131,0
6	Preto	122,3	133,1	133,0	132,5
7	Verde+NSSC-2	106,8	97,2	93,8	91,2
8	NaOH	95,6	98,9	104,7	114,6
9	Na <sub>2</sub> S	87,0	92,9	97,7	101,9
10	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	93,8	96,2	98,0	111,6
11	H <sub>2</sub> O	90,6	98,7	102,7	108,1

# VARIAÇÃO DO NÚMERO KAPPA DA MADEIRA EXTRA- IDA POR LICORES A 20°C



Conforme mencionado no item Material e Métodos, realizaram-se testes a 80°C com três dos licores, a saber, licor branco, licor (verde + NSSC-2) e licor verde. No caso, o principal propósito era o de verificar a influência da temperatura sobre a taxa de solubilidade da madeira. Interessava também acompanhar em como a solubilidade  $S_8$  da madeira extraída e o seu número kappa se comparavam com os resultados a 20°C.

Os resultados para solubilidade da madeira, taxa de solubilidade,  $S_8$ , potencial de solubilidade ( $S + S_8$ ) e número kappa, comparativos entre 20°C e 80°C, estão apresentados nos Quadros 6 a 10. Como no caso o interesse principal era se avaliar a alteração com a temperatura da taxa de solubilidade, representou-se em gráfico apenas essa variável na Figura 6.

Quadro 6: Comparação entre as solubilidades das madeiras a 20°C e 80°C

Tempo, min.		1		5		15		60	
		20	80	20	80	20	80	20	80
1	Verde	1,2	0,7	1,4	1,1	3,0	1,7	3,8	2,6
5	Branco	1,7	1,6	4,6	3,1	5,5	4,9	7,6	5,9
7	Verde+ NSSC-2	1,2	1,1	2,5	1,8	3,1	2,3	3,8	3,1

Quadro 7: Comparação entre as taxas de solubilidade da madeira a 20°C e 80°C

Tempo, min.		1		5		15		60	
Temperatura, °C		20	80	20	80	20	80	20	80
1	Verde	1,20	0,70	0,28	0,22	0,20	0,11	0,06	0,04
5	Branco	1,70	1,60	0,92	0,62	0,37	0,33	0,13	0,10
7	Verde+ NSSC-2	1,20	1,10	0,50	0,22	0,21	0,15	0,06	0,05

Quadro 8: Comparação entre as solubilidades em NaOH 8% das madeiras extraídas a 20°C e 80°C

Tempo, min.		1		5		15		60	
Temperatura, °C		20	80	20	80	20	80	20	80
1	Verde	8,4	11,4	7,1	10,7	6,3	9,7	3,1	9,0
5	Branco	16,0	14,0	8,7	12,0	6,7	10,4	3,7	7,7
7	Verde+ NSSC-2	10,3	14,7	7,3	13,7	5,6	12,0	4,3	9,7

Quadro 9: Comparação entre os potenciais de solubilidade das madeiras a 20°C e 80°C

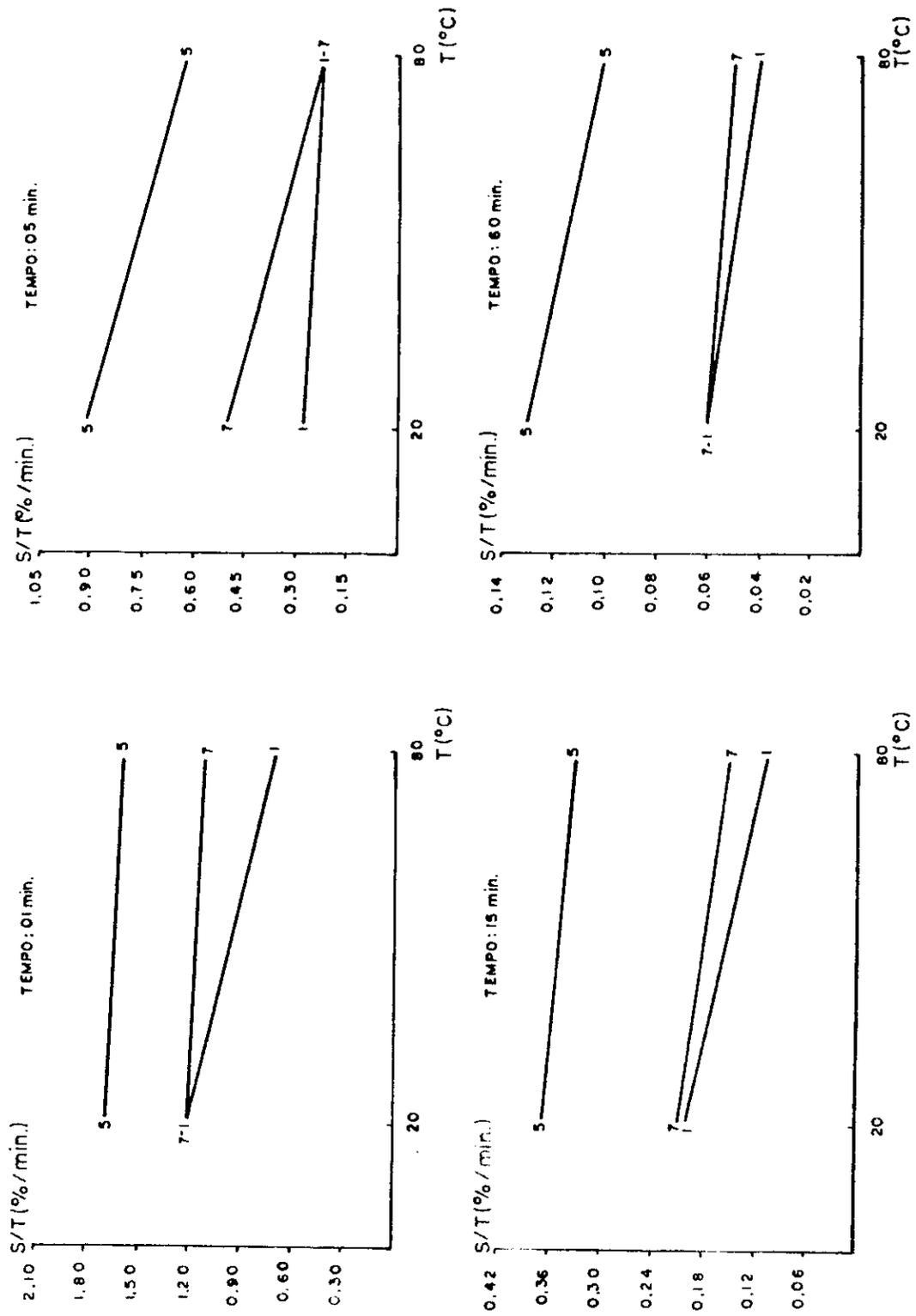
Tempo, min.		1		5		15		60	
Temperatura, °C		20	80	20	80	20	80	20	80
1	Verde	9,6	12,1	8,5	11,8	9,3	11,4	6,9	11,6
5	Branco	17,7	15,6	13,3	15,1	12,2	15,3	11,3	13,6
7	Verde+ NSSC-2	11,5	15,8	9,8	15,5	8,7	14,3	8,1	12,8

Quadro 10: Comparação entre os números kappa das madeiras extraídas a 20°C e 80°C

Tempo, min.		1		5		15		60	
Temperatura, °C		20	80	20	80	20	80	20	80
1	Verde	121,2	130,7	125,9	131,7	127,8	133,8	132,7	135,0
5	Branco	118,9	107,5	120,0	117,3	123,6	122,1	131,0	134,8
7	Verde+ NSSC-2	106,8	93,6	97,2	99,0	93,8	106,1	91,2	116,7

VARIACÃO DA TAXA DE SOLUBILIDADE EM FUNÇÃO DO TEMPO E DA TEMPERATURA DE TRATAMENTO

FIG. 6



## Discussão dos Resultados

Para fins de simplificação de discussão dos resultados, procurar-se-á analisar cada uma das propriedades em separado e, depois, será buscada uma conclusão global baseada nos resultados.

### Solubilidade - S

Os resultados mostravam que, sem exceção, todos os licores extraíam algum material da madeira, e que a quantidade extraída aumentava com o aumento do tempo de contato do licor com a madeira. Mesmo a água neutralizada, quando utilizada para tratar a madeira a 20°C, provocou uma ligeira solubilidade, muito embora essa serragem já houvesse sido previamente extraída com água e álcool-benzeno. A conclusão que se tira é que, possivelmente qualquer que for o licor de cozimento posto em contato com a madeira, haverá perda de material e esse material, na maioria das vezes, deverá ser constituído de hemiceluloses e extrativos de fácil solubilidade. Isso porque, nas condições em que o experimento foi realizado (20 e 80°C), a deslignificação é esperada insignificante.

Os melhores resultados quanto a uma menor redução do peso da madeira foram alcançados para os licores NSSC-2,  $Na_2CO_3$ , verde e (verde + NSSC-2). Os licores mais drásticos, conforme era de se esperar, foram os licores soda e branco kraft.

Confirmando resultados anteriores de MARENGO *et alii* (1980b), notou-se que a elevação da temperatura de 20 para 80°C resultava em uma diminuição da solubilidade da madeira, indicando que provavelmente as hemiceluloses, mesmo em soluções altamente cáusticas, são mais solúveis nas mais baixas temperaturas.

Na execução do ensaio a 80°C, o licor verde manteve-se como superior aos demais ensaiados nessa temperatura para a propriedade em pauta, pois resultou em menores solubilizações em quaisquer dos tempos de tratamento.

### Taxa de solubilidade - TS

Por se tratar de uma relação entre solubilidade e tempo e pelo fato dos tempos serem idênticos em todos os tratamentos, as mesmas considerações quanto à eficiência dos diversos licores no item anterior aqui se aplicam. Observar que a velocidade de remoção de material da madeira pelos licores é muito rápida no início do tratamento, caindo depois para valores bem baixos a partir de 15 minutos. Isso significa que devem existir compostos facilmente extraíveis na madeira, que são postos em solução em pequeno espaço de tempo pelo contato da mesma com o licor. Removidos esses compostos, pelos quais os diferentes licores tem diferentes afinidades, a taxa de solubilização cai, porém as reações de remoção continuam a ocorrer e a perda de peso da madeira acompanha essas reações de degradação/solubilização.

### Potencial de solubilidade - (S + S<sub>0</sub>)

A madeira original mostrava um valor de S<sub>0</sub> igual a 13,4%, o que indicava que existiam potencialmente aptos para remoção pela solução alcalina cerca de 13,4% de seu peso. Em trabalho anterior, FOELKEL *et alii* (1980) mostraram que as maiores solubilidades da madeira em solução de NaOH ocorriam quando a concentração da mesma era de cerca de 8%.

Quando se determinou nessa pesquisa o valor do aqui denominado de potencial de solubilidade, visava-se comparar os valores obtidos entre si e com o valor da madeira original igual a 13,4%.

Se (S + S<sub>0</sub>) resultasse em valores acima de 13,4% isso indicava que reações de degradação de carboidratos ocorriam durante o tratamento com o licor, e isso favorecia maior remoção global nas duas fases (S + S<sub>0</sub>). Poderia também estar ocorrendo ligeira solubilidade de lignina. Se (S + S<sub>0</sub>) resultasse em valores abaixo de 13,4%, isso poderia significar que o tratamento inicial com o licor promovia alterações físicas e/ou químicas na madeira, que protegiam alguns compostos de serem extraídos nas duas fases de solubilização.

No ensaio a 20°C, o possível efeito protetor foi observado com maior intensidade para o licor verde kraft, seguindo-se o licor (verde + NSSC-2). No ensaio a 80°C, também observou-se comportamento semelhante, vindo em primeiro lugar o licor verde e a seguir o licor (verde + NSSC-2).

#### Solubilidade em NaOH 8% da madeira extraída - S<sub>B</sub>

A interpretação isolada dessa propriedade não resulta em subsídios para a comparação dos tratamentos porque ela depende de dois fatores antagônicos: a) quanto do material original da madeira que era passível de ser extraído e o foi; b) quanto de material original da madeira que não seria extraível por NaOH 8%, mas que se tornou extraível por ação do tratamento com o licor do ensaio. Dessa forma, optou-se apenas por apresentar os resultados e deixar as inferências por conta dos interessados.

Importante realçar, apenas, que nos ensaios a 80°C, a solubilidade em NaOH 8% (a 20°C) das madeiras extraídas aumentou em comparação aos resultados a 20°C, para todos os licores ensaiados. Isso deve ser reflexo da menor solubilidade da madeira pelos licores devido ao aumento da temperatura.

#### Número kappa

A interpretação dos resultados para número kappa fica prejudicada tendo em vista a variação que o ensaio sofre nessa faixa de valores, além de estar na dependência da proporção relativa de lignina em um sistema onde a composição dos carboidratos é afetada pelo tratamento de extração. Pode-se observar que a maioria dos licores conduziam a uma elevação do número kappa em função do tempo, exceto os licores NSSC e (verde + NSSC-2). A elevação do número kappa é compreensível ocorrer, pois praticamente não havendo deslignificação e intensificando-se a remoção de outros componentes da madeira, aumenta a proporção relativa de lignina. Por outro lado, para os licores que continham Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> ocorria uma redução do número kappa com o tempo de tratamento. Esse fenômeno indica a ocorrência de

ligeira deslignificação por esses licores, mesmo nas condições suaves do experimento. Essa característica é certamente do mais alto interesse para a fabricação de celulose, pois o propósito essencial do cozimento químico é a deslignificação.

### *Conclusões*

Os licores apresentavam comportamentos distintos em sua forma de solubilizar a madeira. Em todos os casos, essa ação resultava em perda de peso por remoção de material. Os licores de ação mais intensa eram o licor soda e o licor branco kraft. Os licores de atuação mais branda eram os licores NSSC-2,  $Na_2CO_3$ , verde e (verde + NSSC-2).

Quando o conjunto de dados era analisado, observava-se que existia grande potencial para o uso do licor verde e do licor (verde + NSSC-2) para iniciar o cozimento kraft na fase onde não ocorre deslignificação (até 140 - 145°C). Com o licor (verde + NSSC-2) ainda se teria, como vantagens adicionais, uma ligeira deslignificação e a reposição das perdas de enxofre do sistema via cozimento. Por outro lado, com o licor verde obtém-se uma maior proteção dos carboidratos contra a ação alcalina forte subsequente, quando se adicionasse, pouco antes da temperatura de deslignificação intensa, o licor de cozimento kraft (licor branco).

Frente às menores solubilidades alcançadas nos tratamentos a 80°C, é de se supor que a adição do licor verde ou (verde + NSSC-2) na fase inicial do cozimento seja mais recomendada ser feita em temperaturas as mais altas permitidas pelo sistema madeira/licor/equipamento. Maiores e mais detalhados estudos sobre esse particular estão em evolução pelos autores.

### *Literatura citada*

BUSNARDO, C.A.; FOELKEL, C.E.B. & REGAZZI, A.J. - Deslignificação da madeira do eucalipto pelo processo kraft. I. Alterações na composição da madeira ao longo do cozimento. ABCP, Entregue para publicação. 1981

FOELKEL, C.E.B.; MARENGO, J.V.; MENDONÇA, C.A.A.; BRAGA, C.A. & DILÉLIO, F.R.B. - Acerca da solubilidade em álcalis de materiais celulósicos. I. Madeiras do eucalipto e da acácia negra e polpas comerciais de fibras curtas. Trabalhos Técnicos ABCP, 13º Congresso, p. 43-53, 1980

MARENGO, J. V. ; SAUER, M.J.; FOELKEL, C.E.B. & BUTTURE, N.S. - Acerca da solubilidade em álcalis de materiais celulósicos. II. Estudos para otimizar a remoção de hemiceluloses em polpas branqueadas. Trabalhos Técnicos ABCP, 13º Congresso, p. 55-65, 1980 a

MARENGO, J.V.; SAUER, M.J.; BORGES, E.; LOPES, C.N.; PETRIK, A. W. & FOELKEL, C.E.B. - Refinação alcalina de polpa solúvel não-branqueada. I. Influência da temperatura e do tempo de tratamento. Trabalhos Técnicos ABCP, 13º Congresso, p. 171-182, 1980 b