



artigo técnico

deslignificação da madeira de eucalipto pelo processo nssc

CELSO E. B. FOELKEL
 AUGUSTO FERNANDES MILANEZ
 CESLAVAS ZVINAKEVICIUS
 JORGE KATO
 Cenibra Pesquisa

APRESENTAÇÃO

Neste trabalho são apresentados os resultados de pesquisas realizadas para obtenção de celulose de eucalipto, através do cozimento pelo processo NSSC.

Vários estudos e pesquisas têm sido realizados para converter a madeira em celulose com alto

rendimento. Um dos processos que estão sendo testados é o NSSC que, embora sejam ainda um pouco desconhecidas as suas propriedades, tem apresentado bons rendimentos e uma celulose de boa qualidade.

1. INTRODUÇÃO

Até o momento, as atenções dos produtores de celulose de eucalipto no Brasil têm-se concentrado no uso do processo kraft para deslignificação. A par de suas inúmeras vantagens, o processo kraft adquiriu uma dominância, que até o momento não está ameaçada. Existem porém duas graves limitações que podem vir a atrapalhar o desenvolvimento futuro do processo: rendimento e aspectos ambientais.

Muitas pesquisas têm sido realizadas na tentativa de converter a madeira em celulose com alto rendimento. Uma das

formas que tem resultados promissores é a deslignificação com solução ligeiramente alcalina de sulfito de sódio. Apesar do grande número de trabalhos publicados sobre este processo, algumas de suas bases ainda estão pouco conhecidas, principalmente para o eucalipto. Através de otimizações, pode-se ganhar em eficiência na transformação da madeira do eucalipto pelo processo NSSC, alcançando-se maiores rendimentos e melhores produtos.

Este estudo consistiu numa primeira abordagem pelos autores sobre a produção de celulose NSSC a partir do eucalipto. Procurou-se caracterizar as qua-

lidades principais das polpas e observar os efeitos dos agentes tamponantes utilizados. Definiram-se também alguns dos níveis das principais variáveis do processo.

REVISÃO DA LITERATURA

Nos processos semiquímicos deseja-se alto rendimento, porém deve haver remoção de suficiente lignina para permitir facilidade de separação das fibras e propriedades de ligação satisfatórias. As pastas produzidas devem ter boas características de desaguamento para garantia de bom desempenho nas modernas máquinas de papel

e papelão. Para o eucalipto, a questão de cor e alvura é também significativa (HIGGINS et alii, 1974). Os autores citados argumentam que, embora se saiba a boa viabilidade das polpas NSSC de eucalipto, a principal barreira ao maior uso das mesmas em papéis de qualidade é a alvura. Este problema é, na Austrália, particularmente marcante para madeira de árvores muito velhas, que são ricas em polifenóis e outros extrativos. O mecanismo da deslignificação de madeiras de folhosas pelo processo NSSC ("neutral sulphite semi-chemical process") tem sido estudado em detalhes por HIGGINS et alii, na CSIRO australiana. Os principais pontos a que os autores têm-se dedicado são: mecanismo de deslignificação; influência de condições de deslignificação, particularmente tempo e temperatura, nas propriedades das polpas; efeito da remoção de extrativos na deslignificação; e a alteração na natureza da lignina removida, enquanto o cozimento se procede. As condições do processo NSSC na verdade não são de neutralidade, mas sim de suave alcalinidade. Nestas condições se consegue completa deslignificação. Condições muito severas trazem pouco ganho na deslignificação e colaboram para perdas consideráveis de rendimento, por ataque de carboidratos.

HIGGINS et alii, 1974, produziram polpas de *Eucalyptus obliqua*, variando a temperatura de 150 a 190°C e os tempos de cozimento até 6 horas. A qualidade da celulose melhorou com o cozimento a tempos mais longos e a mais altas temperaturas, até 180°C, mas as vantagens obtidas nesse particular foram contrabalançadas pelos rendimentos menores e pelo escurecimento das polpas. Mesmo as celuloses pouco deslignificadas mostraram bom desenvolvimento de estouro e tração no refino, mas a resistência ao rasgo só foi alta para as polpas bem deslignificadas. Os autores estudaram também todas as polpas sobre mesmo rendimento, tomado como base para comparação. O efeito do rendimento nas proprie-

dades mecânicas foi marcante. O estouro, por exemplo, foi dobrado, para um dado grau de refino, quando o rendimento decresceu de 80 para 70%. Para todas as polpas estudadas, o maior grau de ligação entre fibras ocorreu quando o rendimento estava entre 60 e 65%. Os cozimentos feitos a 190°C mostraram alto consumo de Na_2SO_3 e o pH caiu para menos de 7, associando-se com drástica remoção de carboidratos e evidências de redeposição de lignina. A alvura da polpa parecia ser associada com o teor de Na_2SO_3 residual. Madeiras mais velhas eram mais difíceis de deslignificar e rendiam menos celulose, com mais lignina residual e piores propriedades de ligação. Entretanto, a resistência ao rasgo para as polpas de madeiras velhas era mais alta. A pré-extração dos cavacos com água, álcool e álcali não melhorou as propriedades das celuloses.

Em 1966, WATSON também houvera estudado as características de polpas NSSC de eucalipto. O propósito do experimento era o de verificar se existia alguma correlação entre a resistência mecânica da madeira tratada com Na_2SO_3 e as propriedades papelarias das celuloses obtidas destes materiais. Os efeitos das variáveis dos cozimentos foram analisados e concluiu-se o seguinte:

- a) O aumento da carga de Na_2SO_3 a níveis elevados traz pequenos efeitos nas propriedades das celuloses.
- b) O efeito do tempo de cozimento é mais pronunciado até o período de duas horas à máxima temperatura. Aumentos no tempo até 5 horas, embora produzam melhorias na resistência, têm atuação menos pronunciada.
- c) A influência da temperatura é muito importante. Cavacos de cozimentos realizados na faixa de 140 a 160°C mostraram-se duros e de difícil desfibramento. As propriedades das polpas melhoraram definitivamente com o aumento da temperatura, até ficarem relativamente cons-

tantes ao alcançar temperaturas de 170 a 180°C.

- d) Aumentos no tempo de cozimento ou na temperatura resultam em perda de rendimento. O mesmo modelo é seguido pelo teor de lignina, só que, neste caso, existe um ponto de mínimo, a partir do qual o teor de lignina passa a se elevar novamente, por reprecipitação. É bem sabido que a presença de lignina nas polpas é prejudicial às resistências do papel e que, em geral, as propriedades papelarias das polpas NSSC melhoram conforme o rendimento diminui. A melhoria nas propriedades das polpas NSSC preparadas a mais longos tempos de cozimento ou a maiores temperaturas (até 170°C) parece ser devida à redução na ligação das fibras dentro do cavaco, permitindo que a separação mecânica das fibras seja realizada com um mínimo de danos às fibras individuais.

O processo NSSC foi também aplicado por MURPHY, 1964, a madeiras de eucaliptos australianos para produção de celulose. Os resultados das avaliações foram comparados aos resultados para celuloses kraft obtidas das mesmas madeiras. O autor concluiu que o processo NSSC era atrativo para a produção de pastas, desde aquelas para miolo de papelão ondulado até para papéis mais resistentes. As resistências ao estouro e ao rasgo destas celuloses NSSC chegaram até a 80% dos valores obtidos para as celuloses kraft, enquanto o rendimento era 50% maior no processo NSSC em relação ao kraft. Outras considerações feitas por MURPHY, 1964, ao final de seu trabalho foram:

- a) Sendo um processo suavemente alcalino, o processo NSSC não envolve os mesmos riscos de hidrolisar a celulose, que o processo sulfito ácido convencional apresenta.
- b) Existe a certeza de que no desfibramento dos cavacos NSSC, a separação das fibras ocorre principalmente

na lamela média. Neste particular, as polpas NSSC se assemelham mais às celuloses químicas do que às pastas mecânicas ou mecano-químicas.

- c) No processo NSSC uma considerável fração da hemicelulose é retida na fibra. A presença de uma parede primária rica em hemiceluloses plásticas tem sido sugerida como a razão para a boa interligação das fibras do eucalipto obtidas pela deslignificação NSSC.
- d) Embora as polpas NSSC contenham alto teor de lignina, acima de 10%, a lignina é sulfonada e não obstrui o desfibrilamento interno de forma tão acentuada quanto a lignina nativa. A lignina sulfonada possui alguma afinidade pela água, logo sua presença na superfície da fibra não exclui a formação de pontes de hidrogênio. Estas características são favoráveis ao desenvolvimento de boas propriedades físico-mecânicas com o refino.

Ao que tudo indica, o processo NSSC é bastante potencial para o eucalipto e sua maior dispersão só não ocorreu até o momento, talvez pelo próprio desconhecimento das boas características das polpas a que conduz.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Cavacos de madeira de híbridos de *Eucalyptus urophylla* foram amostrados no pátio de cavacos da Celulose Nipo — Brasileira S.A. A madeira, que houvesse sido picada, e da qual se retiraram os cavacos, era fresca, com pouco tempo após abate das árvores. Os cavacos foram classificados em espessura. Apenas os cavacos com espessura entre 2 e 4mm foram deslignificados a seguir.

O processo de cozimento foi o NSSC. Foram realizados outros cozimentos cujas condições constam do quadro 1. Conforme se pode observar foram ensaiados diversos agentes alcalinizantes para o tamponamento do pH, inclusive a magnesita, que é um subproduto da mineração do magnésio.

Quadro 1: Condições dos cozimentos NSSC para

cavacos de eucalipto de 2 — 4 mm de espessura.

Variável	Cozimento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
% Na ₂ SO ₃	20	20	20	20	20	20	20	20
% Na ₂ CO ₃	5	-	4	2	2	-	-	-
% NaOH	-	5	-	-	-	-	-	-
% MgCO ₃ técnico	-	-	-	1	1	-	4	-
% CaO	-	-	-	-	-	4	-	-
% Magnesita	-	-	-	-	-	-	-	3
Temperatura máxima, °C	170	170	170	170	170	170	170	170
Tempo até 170°C, min.	100	100	100	100	100	100	100	100
Tempo a 170°C, min.	120	120	120	120	120	120	120	120
Relação licor/madeira	6:1	6:1	6:1	4:1	5:1	5:1	5:1	5:1

Ao final do cozimento, retirava-se amostra do licor residual para determinação do pH. Os cavacos eram então lavados e desfibrados em refinador de discos de laboratório. Passava-se a polpa três vezes pelo refinador de discos, sendo que a cada passagem se diminuía a abertura entre os discos. A seguir a polpa era depurada e os rejeitos eram novamente desfibrados e depurados até não mais ocorrerem rejeitos na polpa. O material era homogeneamente misturado e neste se determinavam: número kappa, alvura e viscosidade. O rendimento em celulose era também calculado com base nas quantidades de celulose produzida e madeira utilizada.

As celuloses eram a seguir refinadas em moinho PFI de acordo com método TAPPI T 248 (3,4 kg/cm e 0,2 mm). Formavam-se folhas a cada tempo de refino de acordo com método TAPPI T 205. As folhas de gramaturas próximas a 60 g/m² eram climatizadas a 65% de umidade relativa e 20°C de temperatura. Nestas, procediam-se aos ensaios físico-mecânicos conforme TAPPI T 220. Os graus de refino eram expressos em graus Schopper Riegler. Para comparações, todos os resultados eram interpolados para 25,

37 e 54°SR. Os resultados das avaliações das polpas NSSC não-branqueadas foram analisados comparativamente à média do mês de abril de 1978, para as polpas kraft não-branqueadas produzidas industrialmente na Celulose Nipo-Brasileira S.A.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para os cozimentos e características das polpas constam do quadro 2.

Os resultados mostram que as polpas NSSC são ricas em lignina, com números kappa entre 80 e 120. Pela presença desta lignina, a determinação de viscosidade da celulose é prejudicada, não havendo quase dissolução do material na solução de cuprietileno diamina. Por esta razão, os valores para viscosidade são baixos para as polpas NSSC. Os rendimentos foram altos, acima de 60% e, em média, próximos a 70%. Foi possível se notar as seguintes diferenças na qualidade das celuloses, quando se variou o agente tampão alcalino:

- a) a adição de soda redundou em mais baixos rendimentos e alvura;
- b) a adição de cal também colaborou para escurecer a polpa;

QUADRO 2

Propriedade	Cozimento								Média kraft
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Rendimento, %	67,5	62,0	64,9	75,5	72,6	71,9	67,1	70,9	50,0
pH do licor residual	9,9	9,6	11,2	9,2	9,5	10,2	9,5	9,7	-
% Sólidos do licor residual	15,2	14,8	-	-	-	-	-	-	-
Número kappa	101,2	95,0	82,0	102,2	117,8	98,8	92,0	94,2	19,9
Alvura, °GE	32,7	22,6	33,5	38,8	37,8	26,8	35,3	32,4	27,1
Viscosidade, cps	3,8	4,5	4,0	3,8	4,3	3,2	4,4	2,9	37,9

c) as polpas mais claras foram aquelas onde o tampão era uma mistura de $MgCO_3$ e Na_2CO_3 , porém, nestes casos, a deslignificação foi menor, como atestam os números kappa dos cozimentos 4 e 5. As melhores deslignificações ocorreram para os

seguintes alcalinizantes: Na_2CO_3 , $NaOH$ e $MgCO_3$. O uso da magnesita foi aprovado como alcalinizante.

Notou-se que, de forma geral, o pH final esteve um pouco acima do desejado, que deve ser entre 8,5 e 9,0. Daí ser possível

se pensar em reduzir as cargas dos agentes tampões, com economia no processamento.

A próxima avaliação foi quanto às características físico-mecânicas das celuloses. Os resultados, médias de duas repetições por cozimento, estão apresentados nos quadros 3 a 11.

Quadro 3: Propriedades físico-mecânicas médias da celulose NSSC do cozimento 1 (20% Na_2SO_3 + 5% Na_2CO_3)

Grau de refino, %SR	14	25	37	54
Nº de revoluções PFI, 10^3	0	6,4	11,2	15,9
Auto-ruptura, km	2,8	6,9	8,4	8,8
Elongação, %	1,1	2,3	2,9	3,3
Fator de estouro	8	44	57	64
Fator de rasgo	54	90	99	98
Dobras duplas, MIT	2	36	71	224
Densidade, g/cm^3	0,40	0,51	0,57	0,61
Porosidade, s/100 cm^3	0,5	3,1	8,7	27,3

Quadro 4: Propriedades físico-mecânicas médias da celulose NSSC do cozimento 2 (20% Na_2SO_3 + 5% $NaOH$)

Grau de refino, %SR	15	25	37	54
Nº de revoluções PFI, 10^3	0	2,1	5,6	10,1
Auto-ruptura, km	3,5	6,0	7,1	8,3
Elongação, %	1,6	2,7	3,5	4,3
Fator de estouro	14	36	48	62
Fator de rasgo	65	104	110	110
Dobras duplas, MIT	6	20	52	145
Densidade, g/cm^3	0,46	0,54	0,58	0,62
Porosidade, s/100 cm^3	1,2	3,5	8,6	36,2

Quadro 5: Propriedades físico-mecânicas médias da celulose NSSC do cozimento 3 (20% Na_2SO_3 + 4% Na_2CO_3)

Grau de refino, %SR	13	25	37	54
Nº de revoluções PFI, 10^3	0	5,7	9,5	15,0
Auto-ruptura, km	2,8	7,0	8,1	8,8
Elongação, %	1,0	2,6	3,2	3,8
Fator de estouro	5	44	53	64
Fator de rasgo	48	92	96	102
Dobras duplas, MIT	2	26	66	180
Densidade, g/cm^3	0,36	0,51	0,56	0,60
Porosidade, s/100 cm^3	0,4	1,9	5,0	27,9

Quadro 6: Propriedades físico-mecânicas médias da celulose NSSC do cozimento 4 (20% Na_2SO_3 + 2% Na_2CO_3 + 1% $MgCO_3$)

Grau de refino, %SR	14	25	37	54
Nº de revoluções PFI, 10^3	0	5,8	8,7	13,8
Auto-ruptura, km	2,6	6,3	7,8	8,4
Elongação, %	0,8	1,6	2,1	2,4
Fator de estouro	6	42	54	60
Fator de rasgo	41	70	74	75
Dobras duplas, MIT	2	20	49	95
Densidade, g/cm^3	0,34	0,49	0,54	0,57
Porosidade, s/100 cm^3	0,2	1,1	3,2	7,4

Quadro 7: Propriedades físico-mecânicas médias da celulose NSSC do cozimento 5 (20% Na_2SO_3 + 2% Na_2CO_3 + 1% $MgCO_3$)

Grau de refino, %SR	14	25	37	54
Nº de revoluções PFI, 10^3	0	6,2	9,5	13,8
Auto-ruptura, km	2,1	6,2	7,2	8,2
Elongação, %	0,6	1,4	1,8	2,4
Fator de estouro	5	38	50	58
Fator de rasgo	42	66	72	76
Dobras duplas, MIT	2	18	30	58
Densidade, g/cm^3	0,33	0,47	0,50	0,54
Porosidade, s/100 cm^3	0,1	0,7	2,0	6,5

Quadro 8: Propriedades físico-mecânicas médias da celulose NSSC do cozimento 6 (20% Na_2SO_3 + 4% CaO)

Grau de refino, %SR	14	25	37	54
Nº de revoluções PFI, 10^3	0	4,5	8,8	12,5
Auto-ruptura, km	2,3	5,8	7,4	8,4
Elongação, %	1,1	2,7	3,4	3,8
Fator de estouro	5	35	50	61
Fator de rasgo	49	80	92	96
Dobras duplas, MIT	2	20	35	90
Densidade, g/cm^3	0,38	0,48	0,53	0,57
Porosidade, s/100 cm^3	0,5	2,3	5,5	16,0

Quadro 9: Propriedades físico-mecânicas médias da celulose NSSC do cozimento 7 (20% Na_2SO_3 + 4% $MgCO_3$)

Grau de refino, %SR	14	25	37	54
Nº de revoluções PFI, 10^3	0	5,5	8,0	13,0
Auto-ruptura, km	2,7	6,4	7,5	8,6
Elongação, %	1,4	2,7	3,3	3,5
Fator de estouro	7	41	58	67
Fator de rasgo	54	86	90	89
Dobras duplas, MIT	2	20	34	78
Densidade, g/cm^3	0,37	0,49	0,54	0,58
Porosidade, s/100 cm^3	0,3	2,3	6,7	23,5

Quadro 10: Propriedades físico-mecânicas médias da celulose NSSC do cozimento 8 (20% Na_2SO_3 + 3% Magnesita)

Grau de refino, %SR	14	25	37	54
Nº de revoluções PFI, 10^3	0	6,2	10,8	15,5
Auto-ruptura, km	2,0	6,5	8,3	9,5
Elongação, %	1,2	2,6	3,4	3,9
Fator de estouro	5	43	63	72
Fator de rasgo	46	84	98	98
Dobras duplas, MIT	2	25	85	250
Densidade, g/cm^3	0,38	0,50	0,57	0,61
Porosidade, s/100 cm^3	0,5	3,5	12,0	39,0

Quadro 11: Propriedades físico-mecânicas médias da celulose kraft

não-branqueada da Cenibra (mês de abril de 1978).

Grau de refino, °SR	19	25	37	54
Nº de revoluções PFI, 10 ³	0	1,3	6,3	14,2
Auto-ruptura, km	4,7	6,4	8,3	9,3
Elongação, %	-	-	3,3	-
Fator de estouro	22	38	60	75
Fator de rasgo	69	91	109	115
Dobras duplas, MIT	7	26	106	450
Densidade, g/cm ³	0,54	0,58	0,65	0,69
Porosidade, s/100 cm ³	-	-	23,0	-

Para uma melhor visualização das diferenças entre as celuloses, decidiu-se elaborar o quadro 12, onde os valores a

37°SR de cada propriedade e para cada polpa foram comparados.

Quadro 12: Comparação entre as propriedades das celuloses a 37°SR.

Celulose Propriedades	NSSC								KRAFT
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Nº de revoluções PFI, 10 ³	11,2	5,6	9,5	8,7	9,5	8,8	8,0	10,8	6,3
Auto-ruptura, km	8,4	7,1	8,1	7,8	7,2	7,4	7,5	8,3	8,3
Elongação, %	2,9	3,5	3,2	2,1	1,8	3,4	3,3	3,4	3,3
Fator de estouro	57	48	53	54	50	50	58	63	60
Fator de rasgo	99	110	96	74	72	92	90	98	109
Dobras duplas, MIT	71	52	66	49	30	35	34	85	106
Densidade, g/cm ³	0,57	0,58	0,56	0,54	0,50	0,53	0,54	0,57	0,65
Porosidade, s/100cm ³	8,7	8,6	5,0	3,2	2,0	5,5	6,7	12,0	23,0

Quadro 13: Qualidades médias das celuloses NSSC vs kraft.

Celulose Propriedade	NSSC	Kraft	$\frac{\text{NSSC}}{\text{kraft}} \times 100$
Nº de revoluções PFI, 10 ³	9,0	6,3	142,8
Auto-ruptura, km	7,8	8,3	94,0
Elongação, %	3,3	3,3	100,0
Fator de estouro	55	60	91,7
Fator de rasgo	98	109	89,9
Dobras duplas, MIT	57	106	53,8
Densidade, g/cm ³	0,56	0,65	86,2
Porosidade, s/100 cm ³	7,8	23,0	33,9

Dentre todas as celuloses NSSC, apenas as dos cozimentos 4 e 5 mostraram-se de qualidades realmente inferiores à média para celulose kraft. Estes dois cozimentos foram os que conduziram ao maior número kappa; logo, confirma-se a influência negativa dos altos valores de lignina sobre as resistências das celuloses. Todos os demais cozimentos conduziram a celuloses de boas propriedades, destacando-se pela qualidade as celuloses dos cozimentos 8 (20% Na₂SO₃ + 3% Magnésita), 1 (20% Na₂SO₃ + 5% Na₂CO₃), 3 (20% Na₂SO₃ + 4% Na₂CO₃), 2 (20% Na₂SO₃ + 5% NaOH) e 7 (20% Na₂SO₃ + 4% MgCO₃).

Desprezando-se os resultados dos cozimentos 4 e 5, tirou-se a média dos valores a 37°SR para os demais cozimentos e relacionaram-se os mesmos percentualmente aos valores da celulose kraft não-branqueada. Os resultados estão apresentados no quadro 13.

Observe-se que as resistências à tração, estouro e rasgo e a elongação das celuloses NSSC são próximas às da celulose kraft. Das propriedades mecânicas a única que se mostrou inferior foi a resistência ao dobramento. Por outro lado, as fibras rígidas das celuloses NSSC formaram folhas volumosas e com alta porosidade. Estas polpas, ricas em lignina, tomaram mais tempo de refino em relação à celulose kraft, independente do fato de se apregoar que as polpas NSSC se refinam rapidamente devido ao alto teor de hemiceluloses. Certamente, a lignina relativamente hidrofóbica colabora para um retardamento do refino destas pastas.

5. RESUMO

Este estudo descreve as características de celuloses NSSC de eucalipto em comparação à celulose kraft não-branqueada. Foram ensaiadas diferentes condições para os cozimentos NSSC, variando-se o reagente tampão. Os rendimentos em celulose foram altos, entre 60 e 70% para

números kappa que variavam de 82,0 a 117,8. De forma geral as resistências das celuloses NSSC foram boas, comparativamente à celulose kraft, especialmente as resistências à tração, estouro e rasgo e a alongação. A resistência ao dobramento foi inferior para todas as celuloses NSSC. Por outro lado, as fibras rígidas das celuloses NSSC produziram folhas volumosas e porosas. Con-

clui-se que as celuloses NSSC de eucalipto são bastante potencias e viáveis e merecem atenção especial frente às suas boas propriedades.

6. BIBLIOGRAFIA

HIGGINS, H. G.; WATSON, A. J.; NELSON, P. J. & HARRINGTON, K. J. *Consequences of partial delignification of eu-*

calypts in neutral sulphite pulping. CSIRO, Austrália, Division of Chemical Technology Technical Paper n° 1, 29 p., 1974
MURPHY, D. C. Neutral sulphite pulping of Huon Valley eucalypts. *Appita*, 18 (2): 69 — 78, 1964

WATSON, A. J. Some characteristic of eucalypt NSSC pulps. *Appita*, 19 (6): 139 — 143, 1966

O PAPEL



único órgão oficial de divulgação de noticiário da
abcp - associação técnica brasileira de celulose e papel

De Utilidade Pública, pelo Decreto Nº 11091 de 12/1/78

NOVEMBRO/1979

índice

MENSAGEM: Desenvolvimento	pág. 65
REPORTAGEM:	
Revista "O Papel" — 40 anos	pág. 67
A ABCP atuante também no Sul do País	pág. 71
TRABALHOS TÉCNICOS:	
Deslignificação da madeira de eucalipto pelo processo NSSC	pág. 75
Tecnologia para queimar madeira	pág. 105
Depuração de alta eficiência	pág. 109
Madeira: realidade energética	pág. 114
Reação dos carboidratos e dissolução dos constituintes da madeira, durante polpação alcalina	pág. 119
NOTICIÁRIO ABCP:	
Programação detalhada dos cursos da Divisão de Ensino para 1980; novos associados; criação de mais uma Comissão Técnica Permanente	pág. 129
NOTICIÁRIO NACIONAL:	
Aniversário da ABTG; Abertura de capital da Klabin; Recuperador de fibras; Exportação de celulose para a China; etc.	pág. 145
NOTICIÁRIO INTERNACIONAL:	
Encomenda de equipamento; Jornais: recordes; Preços da celu- lose; Produção de papel e celulose; etc.	pág. 147
NOTICIÁRIO ABRAP	pág. 161
XII CONGRESSO ANUAL DA ABCP:	pág. 165

Este número contém 170 páginas