

BRANQUEAMENTO DE CELULOSES COM SEQÜÊNCIAS CONTENDO OXIGÊNIO

II. CELULOSES PRE-HIDRÓLISE KRAFT DE EUCÁLIPTO/ ACÁCIA NEGRA

CELSO E.B. FOELKEL, Riocell
CESLAVAS ZVINAKEVICIUS, Cenibra
JORGE KATO, Cenibra
AUGUSTO F. MILANEZ, Riocell
JOÃO MEDEIROS SOBRINHO, Cenibra

SINOPSE

Celuloses solúveis obtidas a partir de mistura de madeira de eucalipto e acácia negra foram branqueadas por seqüências iniciadas por um estágio de oxigenação a médias consistência e alcalinidade. Seqüências curtas com três ou quatro estágios, dos tipos OPD, ODED, ODHD e ODPD, resultaram em polpas com boas características. O cloro ativo total necessário para se atingir alvuras acima de 88°GE era, em média, 1,00 a 1,25% inferior, base polpa, em relação a seqüências convencionais sem oxigenação. As necessidades em soda cáustica eram similares às das seqüências convencionais. Quaisquer das seqüências estudadas podem ser técnica e/ou economicamente viáveis, desde que otimizadas.

INTRODUÇÃO

Em trabalho anterior, FOELKEL *et alii* (1980) mostraram as boas possibilidades do uso de estágio inicial de oxigenação a média alcalinidade no branqueamento de celulose kraft de eucalipto. Dando continuidade aos estudos envolvendo a aplicação de oxigênio na deslignificação de fibras celulósicas, realizou-se pesquisa em que diversas seqüências de branqueamento, todas iniciadas por oxigenação/álcali, eram testadas sobre celuloses solúveis de

eucalipto/acácia negra. O objetivo era conhecer o comportamento dessas polpas, quando submetidas ao branqueamento com oxigênio.

MATERIAL

O material utilizado na experimentação consistiu de duas amostras de celulose solúvel não-branqueada de uma mistura de madeiras de eucalipto e acácia negra na proporção de respectivamente 75% : 25%, em volume. As amostras provinham da linha industrial de produção de polpa solúvel pelo processo pré-hidrólise kraft. As celuloses foram definidas como amostras da 1ª fase da pesquisa e da 2ª fase da pesquisa. As características de cada uma dessas amostras eram as seguintes:

- Celulose pré-hidrólise kraft - 1ª fase
 - número kappa: 10,7
 - viscosidade em cuprietilenodiamina : 27,4 cP
 - alvura : 35,1 °GE
- Celulose pré-hidrólise kraft - 2ª fase
 - número kappa : 10,8
 - viscosidade em cuprietilenodiamina : 26,7 cP
 - alvura : 35,1 °GE

METODOLOGIA E RESULTADOS

As duas polpas foram submetidas

a seqüências diversas de branqueamento, objetivando o alcance de altas e estáveis alvuras e razoável viscosidade. O primeiro estágio, em todos os casos, era uma oxigenação a média alcalinidade. Na polpa da 2ª fase da pesquisa foram realizados dois tratamentos distintos com oxigênio. O objetivo era analisar a ação de algumas alterações no estágio de oxigenação, visando melhorar a deslignificação. Posteriormente ao estágio de oxigenação, verificaram-se os comportamentos de diversas combinações de estágios convencionais para se atingir os fins propostos.

Estágio de oxigenação

O estágio de oxigenação, que iniciava o branqueamento, era realizado em autoclave rotatória por injeção de oxigênio comprimido sob pressão sobre polpa a médias alcalinidade e consistência. A polpa, que recebia o tratamento, era previamente preparada, sofrendo ajuste de consistência, recebendo os aditivos necessários ao estágio, e sendo homogeneizada na forma de grumos úmidos. O oxigênio era aplicado, quando a temperatura da polpa era de 80°C, visto que, por liberação de calor de reação, a temperatura subia. A temperatura do

reator era mantida e controlada a 95°C para o estágio, durante o tempo de retenção considerado necessário.

As condições e resultados obtidos nesse estágio foram os apresentados no Quadro 1.

Seqüências de branqueamento ensaiadas

Quadro 1: Condições e resultados do estágio de oxigênio/álcali para polpas solúveis

Condições/análises	Polpa		
	1. ^a fase	2. ^a fase	
		Tratamento 1	Tratamento 2
- Consistência, %	18	18	18
- Pressão de oxigênio, kgf/cm ²	8	6	6
- Temperatura, °C	95	95	95
- Tempo até 80°C, minutos	30	25	25
- Tempo de 80 a 95°C, minutos	10	10	10
- Tempo a 95°C, minutos	15	5	15
- % NaOH	1,5	1,0	1,0
- % MgCO ₃	1,0	1,0	1,0
- pH final	9,7	10,3	9,2
- % O ₂ base polpa	16,0	13,5	13,5
- Rendimento do estágio, %	98,3	98,5	98,4
- Alvura, °GE	57,4	41,8	47,5
- Viscosidade, cP	16,8	22,9	17,2
- Número kappa	3,6	6,7	5,2

Após o primeiro estágio, que se tratava de uma deslignificação com oxigênio, realizava-se sobre cada polpa uma série de combinações entre os estágios tradicionais de branqueamento, a saber: hipocloração com NaClO (H); dioxidação com ClO₂(D), a peroxidação com H₂O₂ sem o uso de aditivos tradicionais como silicato de sódio e sulfato de magnésio (P); extração alcalina com NaOH (E); extração alcalina combinada com peroxidação (E/P).

As seqüências de branqueamento ensaiadas foram as seguintes:

1.^a fase: OPD

ODÉD
OHDH
ODHD
ODPD
OE/PDH
OE/PDP

2.^a fase, 1.^o tratamento: OHD
OHDH

2.^a fase, 2.^o tratamento: OHD
OHDH
ODHD
ODPD

Conforme se pode notar, dispunham-se de seqüências simples, com apenas três ou quatro estágios, incluindo o de oxigenação.

Nos etágios clássicos, algumas condições foram preestabelecidas para sua realização. Essas condições estão relatadas no Quadro 2.

Quadro 2: Condições pré-fixadas adotadas para algumas variáveis do branqueamento

Condições	Estágio				
	H	D	P	E	E/P
Consistência, %	12	12	12	12	12
Temperatura, °C	40	70	60	60	60
Tempo, minutos	120	210	120	90	90

Ao final de cada seqüência, procedia-se a uma lavagem da polpa, à temperatura ambiente, com solução acidificada de sulfito de sódio, durante 15 minutos. A dosagem apli-

cada de Na_2SO_3 base polpa a.s. era de 0,5%.

Os resultados alcançados para cada seqüência estão apresentados nos Quadros 3 a 10.

Quadro 3: Branqueamento de celulose pré-hidrólise kraft pela seqüência OPD

Condições/resultados	Estágio				
	O	P	D	Após Na_2SO_3	Total
<u>OPD - 1.^a fase - 1.^o teste</u>					
- % Cl_2 ativo aplicado	-	-	1,50	-	1,50
- % NaOH aplicado	1,50	-	-	-	1,50
- % H_2O_2 aplicado	-	0,50	-	-	0,50
- pH final	9,7	10,5	3,4	-	-
- Alvura, °GE	57,4	66,0	85,9	86,0	-
- Viscosidade, cP	16,8	16,5	15,0	12,8	-
- N° de cor posterior	-	-	-	1,06	-
- Consumo de Cl_2 ativo base polpa, %	-	-	1,49	-	1,49
- Consumo de NaOH base polpa, %	1,50	-	-	-	1,50
<u>OPD - 1.^a fase - 2.^o teste</u>					
- % Cl_2 ativo aplicado	-	-	2,25	-	2,25
- % NaOH aplicado	1,50	1,00	-	-	2,50
- % H_2O_2 aplicado	-	0,50	-	-	0,50
- pH final	9,7	11,0	3,0	-	-
- Alvura, °GE	57,4	67,9	86,7	87,0	-
- Viscosidade, cP	16,8	12,3	11,9	12,3	-
- N° de cor posterior	-	-	-	0,75	-
- Consumo de Cl_2 ativo	-	-	2,13	-	2,13
- Consumo de NaOH base polpa, %	1,50	n.d.	-	-	-

Quadro 4: Branqueamento de celulose pré-hidrólise kraft pela se-
quência OHD

Condições/resultados	Estágio				
	O	H	D	Após Na ₂ SO ₃	Total
<u>OHD - 2.^a fase - 1.^o Trata- mento O₂</u>					
- %Cl ₂ ativo aplicado	-	0,50	2,25	-	2,75
- %NaOH aplicado	1,00	-	-	-	1,00
- pH final	10,3	10,9	3,7	-	-
- Alvura, °GE	41,8	51,3	82,1	82,4	-
- Viscosidade, cP	22,9	20,8	15,2	14,4	-
- N ^o de cor posterior	-	-	-	0,76	-
- Consumo de Cl ₂ ativo base polpa, %	-	0,49	2,15	-	2,64
- Consumo de NaOH base polpa, %	1,00	-	-	-	1,00

<u>OHD - 2.^a fase - 2.^o Trata- mento O₂</u>					
- %Cl ₂ ativo aplicado	-	0,50	2,25	-	2,75
- %NaOH aplicado	1,00	-	-	-	1,00
- pH final	9,2	11,1	3,2	-	-
- Alvura, °GE	47,5	59,4	84,2	85,4	-
- Viscosidade, cP	17,2	16,7	12,5	12,9	-
- N ^o de cor posterior	-	-	-	0,66	-
- Consumo de Cl ₂ ativo base polpa, %	-	0,49	2,21	-	2,70
- Consumo de NaOH base polpa, %	1,00	-	-	-	1,00

Quadro 5: Branqueamento de celulose pré-hidrólise kraft pela se-
quência ODED

Condições/resultados	Estágio				
	O	D	E	D	Após Na ₂ SO ₃ Total
<u>ODED - 1.^a fase</u>					
- % Cl ₂ ativo aplicado	-	2,50	-	1,00	3,50
- % NaOH aplicado	1,50	-	0,50	-	2,00
- pH final	9,7	3,7	11,2	4,00	-
- Alvura, °GE	57,4	87,4	86,8	91,4	91,5
- Viscosidade, cP	16,8	13,3	11,3	11,0	10,8
- N ^o de cor posterior	-	-	-	-	0,20
- Consumo de Cl ₂ ativo base polpa, %	-	2,46	-	0,89	3,35
- Consumo de NaOH base polpa, %	1,50	-	0,12	-	1,62

**Quadro 6: Branqueamento da celulose pré-hidrólise kraft pela se
quência OHDH**

Condições/resultados	Estágio					Após Na ₂ SO ₃	Total
	O	H	D	H			
<u>OHDH - 1.^a fase</u>							
- % Cl ₂ ativo aplicado	-	0,50	2,25	0,24	-	-	3,00
- % NaOH aplicado	1,50	-	-	-	-	-	1,50
- pH final	9,7	9,8	3,3	10,9	-	-	-
- Alvura, °GE	57,4	75,8	88,2	90,7	90,7	-	-
- Viscosidade, cP	16,8	13,8	12,2	8,1	7,8	-	-
- N° de cor posterior	-	-	-	-	0,43	-	-
- Consumo de Cl ₂ ativo base polpa, %	-	0,49	2,22	0,13	-	-	2,84
- Consumo de NaOH base polpa, %	1,50	-	-	-	-	-	1,50
<u>OHDH - 2.^a fase - 1º Tratamento O₂</u>							
- % Cl ₂ ativo aplicado	-	0,50	2,00	2,25	-	-	2,75
- % NaOH aplicado	1,00	-	-	-	-	-	1,00
- pH final	10,3	11,0	3,5	10,8	-	-	-
- Alvura, °GE	41,8	51,6	81,4	85,8	86,2	-	-
- Viscosidade, cP	22,9	21,4	14,9	10,2	11,3	-	-
- N° de cor posterior	-	-	-	-	0,57	-	-
- Consumo de Cl ₂ ativo base polpa, %	-	0,49	1,90	0,25	-	-	2,64
- Consumo de NaOH base polpa, %	1,00	-	-	-	-	-	1,00
<u>OHDH - 2.^a fase - 2º Tratamento O₂ - 1º teste</u>							
- % Cl ₂ ativo aplicado	-	1,00	2,25	0,25	-	-	3,50
- % NaOH aplicado	1,00	-	-	-	-	-	1,00
- pH final	9,2	11,0	3,6	11,1	-	-	-
- Alvura, °GE	47,5	69,7	86,8	88,6	90,8	-	-
- Viscosidade, cP	17,2	12,2	9,2	7,3	7,3	-	-
- N° de cor posterior	-	-	-	-	0,55	-	-
- Consumo de Cl ₂ ativo base polpa, %	-	0,99	2,24	0,22	-	-	3,45
- Consumo de NaOH base polpa, %	1,00	-	-	-	-	-	1,00

Cont. Quadro 6: Branqueamento da celulose pré-hidrólise kraft pela seqüência OHDH

OHDH - 2.^a fase - 2.^o Tratamento O₂ - 2.^o teste

- % Cl ₂ ativo aplicado	-	0,50	2,00	0,25	-	2,75
- % NaOH aplicado	1,00	-	-	-	-	1,00
- pH final	9,2	11,0	3,5	10,8	-	-
- Alvura, °GE	47,5	59,7	83,0	87,2	88,1	-
- Viscosidade, cP	17,2	16,5	12,9	10,6	10,2	-
- N ^o de cor posterior	-	-	-	-	0,56	-
- Consumo de Cl ₂ ativo base polpa, %	-	0,49	2,00	0,24	-	2,73
- Consumo de NaOH base polpa, %	1,00	-	-	-	-	1,00

Quadro 7: Branqueamento de celulose pré-hidrólise kraft. pela seqüência ODHD

Condições/resultados	Estágio					Total
	D	D	H	D	Após Na ₂ SO ₃	
<u>ODHD - 1.^a fase</u>						
- % Cl ₂ ativo aplicado	-	2,00	0,25	0,75	-	3,00
- % NaOH aplicado	1,50	-	-	-	-	1,50
- pH final	9,7	3,9	10,8	4,0	-	-
- Alvura, °GE	57,4	85,7	88,9	90,8	91,2	-
- Viscosidade, cP	16,8	11,9	10,1	9,5	9,4	-
- N ^o de cor posterior	-	-	-	-	0,35	-
- Consumo de Cl ₂ ativo base polpa, %	-	1,99	0,16	0,71	-	2,86
- Consumo de NaOH base polpa, %	1,50	-	-	-	-	1,50
<u>ODHD - 2.^a fase - 2.^o Tratamento O₂ - 1.^o teste</u>						
- % Cl ₂ ativo aplicado	-	3,20	0,50	0,30	-	4,00
- % NaOH aplicado	1,00	-	-	-	-	1,00
- pH final	9,2	3,3	11,0	3,5	-	-
- Alvura, °GE	47,5	82,9	88,3	89,8	91,5	-
- Viscosidade, cP	17,2	10,3	8,5	8,7	8,5	-
- N ^o de cor posterior	-	-	-	-	0,41	-
- Consumo de Cl ₂ ativo base polpa, %	-	3,11	0,44	0,28	-	3,83
- Consumo de NaOH base polpa, %	1,00	-	-	-	-	1,00

Cont. Quadro 7: Branqueamento de celulose pré-hidrólise pela seqüência ODHD.

ODHD - 2.^a fase - 2.^o Tratamento O₂ - 2.^o teste

- % Cl ₂ ativo aplicado	-	2,25	0,50	0,75	-	3,50
- % NaOH aplicado	1,00	-	-	-	-	1,00
- pH final	9,2	3,0	10,8	3,0	-	-
- Alvura, °GE	47,5	76,3	88,0	90,1	91,0	-
- Viscosidade, cP	17,2	11,8	9,5	9,4	9,0	-
- N ^o de cor posterior	-	-	-	-	0,40	-
- Consumo de Cl ₂ ativo base polpa, %	-	2,25	0,33	0,73	-	3,31
- Consumo de NaOH base polpa, %	1,00	-	-	-	-	1,00

Quadro 8: Branqueamento de celulose pré-hidrólise kraft pela seqüência ODPD

Condições/resultados	Estágio					
	O	D	P	O	Após Na ₂ SO ₃	Total
<u>ODPD - 1.^a fase</u>						
- % Cl ₂ ativo aplicado	-	2,00	-	0,75	-	2,75
- % NaOH aplicado	1,50	-	1,00	-	-	2,50
- % H ₂ O ₂ aplicado	-	-	0,25	-	-	0,25
- pH final	9,7	3,8	10,8	4,0	-	-
- Alvura, °GE	57,4	85,8	89,2	91,2	91,8	-
- Viscosidade, cP	16,8	13,8	13,8	12,6	12,2	-
- N ^o de cor posterior	-	-	-	-	0,30	-
- Consumo de Cl ₂ ativo base polpa, %	-	1,90	-	0,70	-	2,60
- Consumo de NaOH base polpa, %	1,50	-	n.d.	-	-	-
<u>ODPD - 2.^a fase - 2.^o Tratamento O₂ - 1.^o teste</u>						
- % Cl ₂ ativo aplicado	-	3,50	-	0,50	-	4,00
- % NaOH aplicado	1,00	-	1,00	-	-	2,00
- % H ₂ O ₂ aplicado	-	-	0,50	-	-	0,50
- pH final	9,2	3,8	11,0	3,7	-	-
- Alvura, °GE	47,5	83,0	86,2	88,5	91,0	-
- Viscosidade, cP	17,2	14,3	13,8	13,9	10,4	-
- N ^o de cor posterior	-	-	-	-	0,29	-
- Consumo de Cl ₂ ativo base polpa, %	-	3,32	-	0,44	-	3,76
- Consumo de NaOH base polpa, %	1,00	-	n.d.	-	-	-

Cont. Quadro 8: Branqueamento de celulose pré-hidrólise kraft pela sequência ODPD

ODPD - 2.^a fase - 2.^o Tratamento O₂ - 2.^o teste

- % Cl ₂ ativo aplicado	-	2,50	-	1,00	-	3,50
- % NaOH aplicado	1,00		1,00	-	-	2,00
- % H ₂ O ₂ aplicado	-		0,50	-	-	0,50
- pH final	9,2	3,0	10,5	3,0	-	-
- Alvura, °GE	47,5	78,1	88,1	91,2	91,5	-
- Viscosidade, cP	17,2	12,0	11,3	9,8	9,8	-
- N ^o de cor posterior	-	-	-	-	0,30	-
- Consumo de Cl ₂ ativo base polpa, %	-	2,50	-	0,98	-	3,48
- Consumo de NaOH base polpa, %	1,00	-	n.d.	-	-	-

Quadro 9: Branqueamento de celulose pré-hidrólise kraft pela sequência O E/P DH

Condições/resultados	Estágio					
	O	E/P	O	H	Após Na ₂ SO ₃	Total
<u>O E/P DH - 1.^a fase</u>						
- % Cl ₂ ativo aplicado	-	-	1,50	0,25	-	1,75
- % NaOH aplicado	1,50	1,69	-	-	-	3,19
- % H ₂ O ₂ aplicado		0,50	-	-	-	0,50
- pH final	9,7	11,6	3,8	11,1	-	-
- Alvura, °GE	57,4	65,7	86,6	89,2	89,2	-
- Viscosidade, cP	16,8	15,0	14,0	11,1	10,6	-
- N ^o de cor posterior	-	-	-	-	0,36	-
- Consumo de Cl ₂ ativo base polpa, %	-	-	1,47	0,19	-	1,66
- Consumo de NaOH base polpa, %	1,50	n.d.	-	-	-	-

Quadro 10: Branqueamento de celulose pré-hidrólise kraft pela seqüência O E/P DP

Condições/resultados	Estágio					Total
	O	E/P	D	P	Após Na ₂ S ₂ O ₃	
0 E/P DP - 1.ª fase						
- % Cl ₂ ativo aplicado	-	-	1,50	-	-	1,50
- % NaOH aplicado	1,50	1,69	-	-	-	3,19
- % H ₂ O ₂ aplicado	-	0,50	-	0,25	-	0,75
- pH final	9,7	11,6	3,3	10,7	-	-
- Alvura, °GE	57,4	65,3	86,4	88,6	88,6	-
- Viscosidade, cP	16,8	15,6	13,9	14,6	12,5	-
- N° de cor posterior	-	-	-	-	0,33	-
- Consumo de Cl ₂ ativo base polpa, %	-	-	1,48	-	-	1,48
- Consumo de NaOH base polpa, %	1,50	n.d.	-	-	-	-

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As principais utilizações das celuloses solúveis branqueadas exigem como requisitos de qualidade que as mesmas possuam teores mínimos de minerais e de hemiceluloses e boa reatividade. Alvura para essas celuloses não é índice de qualidade fundamental, pois as polpas, desde que com alvuras acima de 86-87 °GE, são perfeitamente aptas para serem convertidas a muitos derivados de celulose. Entretanto, como o mercado envolve competição, muitas vezes faz-se necessário produzir celuloses solúveis branqueadas a 90°GE ou mais, para atender à demanda, às exigências do comprador e igualar com as alvuras de produtos concorrentes.

Durante os ensaios realizados nessa pesquisa, pôde-se observar a perfeita viabilidade das seqüências de branqueamento iniciadas por oxigenação a média alcalinidade para celuloses solúveis pré-hidrólise/kraft.

Na fase de oxigenação, a deslignificação das fibras celulósicas foi tal, que o número kappa das mesmas reduziu-se para 30 a 50% do original. Para isso, foram requeridas condições suaves de oxigenação/álcali, pois cargas de NaOH de apenas 1,00 a 1,50% foram suficientes, acompanhadas de carga de 1,00% de

MgCO₃, aditivo protetor contra a ação de despolimerização dos carboidratos, catalisada por ions metálicos. Temperatura e tempo de reação foram também suaves, entretanto maiores estudos são necessários, no que diz respeito a uma redução da pressão de oxigênio no estágio. Os rendimentos acima de 98% na oxigenação indicam uma ação seletiva dos produtos químicos sobre a lignina, com reduzida participação em reações de degradação e solubilização alcalina de carboidratos. As perdas maiores foram de viscosidade, pois essa foi reduzida a cerca de 60% do valor original. Caberá combinar estágios posteriores, que preservem o melhor possível a viscosidade, atingindo-se produtos finais de qualidades satisfatórias. Resta lembrar, que para muitas utilizações das polpas solúveis, as baixas viscosidades não são impedimentos. Para produção de viscose para "rayon" e celofane, costuma-se trabalhar com viscosidades de polpas entre 9 e 13 cP, com bons resultados na conversão. Porém, em alguns casos, é desejável que a viscosidade da polpa seja mesmo superior a 15 cP, como, por exemplo, para produção de acetato de celulose.

As seqüências com oxigênio permitiram obter uma ampla gama de qualidade nas polpas resultantes, tanto em termos de alvura, número

de cor posterior e viscosidade das mesmas.

Seqüências curtas, a três estágios, tipos OPD e OHD, já permitiam alcançar polpas com qualidades razoáveis, a baixas cargas de produtos químicos. Comparativamente, a seqüência OPD mostrou-se bastante viável, pois alvuras acima de 86°GE e viscosidades acima de 12 cP eram alcançadas com apenas 1,5 a 2,25% de cloro ativo aplicado, 1,50 a 2,50% de NaOH, 0,50% de H₂O₂ e 1,00% de MgCO₃. Enquanto isso, a seqüência OHD, mesmo consumindo mais cloro ativo, não resultou em alvuras acima de 86°GE. Resta observar, que no caso da seqüência OHD, a única soda cáustica utilizada foi aquela aplicada no estágio de oxigenação.

Dentre as seqüências a quatro estágios, todas as ensaiadas mostraram bom potencial. Acredita-se que, para cada caso, devam existir condições ideais, que permitam atingir qualidades bastante satisfatórias nas polpas resultantes.

A seqüência ODED, a mais tradicional entre as seqüências de branqueamento com oxigênio, resultou em polpa de ótimas características, como alvura de 91, 5°GE, viscosidade de 10,8 cP e número de cor posterior de 0,20. Entretanto, a carga total aplicada de cloro ativo foi um pouco acima do que se descobriu ser desejável para branqueamentos com oxigênio. Parece que, para branqueamento de celuloses solúveis similares às estudadas nessa pesquisa, são necessários cerca de 2,75 a 3,00% de cloro ativo total, quando o estágio inicial é uma oxigenação executada de acordo com o observado nesse estudo. Com essas condições, dependendo da combinação dos estágios, pode-se alcançar alvuras acima de 88°GE. Na maioria dos casos, a carga química total de soda cáustica era baixa, entre 1,00 a 2,50%, em todo o branqueamento, inclusive o estágio de oxigenação.

A seqüência OHDH, embora econômica e de bons resultados para alvura da celulose, mostrava o inconveniente de conduzir a polpas com viscosidades mais baixas, porém ainda aceitáveis para inúmeras utilizações de polpa solúvel.

Outra seqüência de bastante potencial para polpas solúveis foi

ODHD. Altas e estáveis alvuras foram obtidas com correspondente-mente razoáveis viscosidades.

A combinação de estágios de dióxido com estágios de peroxidação novamente mostrou-se promissora. Uma das melhores seqüências ensaiadas foi ODPD que, se otimizada, deverá render celulose solúvel de muito boa qualidade.

Também potencialmente viáveis foram as seqüências OE/PDH e OE/PDP, havendo uma ligeira vantagem para a primeira.

CONCLUSÕES

O branqueamento de polpas solúveis de eucalipto/acácia negra, quando iniciado por um estágio de deslignificação com oxigênio/álcali, é perfeitamente viável, dependendo

apenas da aplicação controlada desse estágio e dos estágios subsequentes.

Seqüências curtas com três ou quatro estágios, dos tipos OPD, ODED, ODHD e ODPD resultaram em polpas branqueadas de boas características e com baixas demandas de produtos químicos no branqueamento, principalmente de soda cáustica e de cloro ativo.

Admitindo-se que polpas solúveis, da qualidade das aqui ensaiadas, requerem cerca de 4,0% de cloro ativo total e de 1,5 a 2,0% de NaOH total em branqueamentos convencionais sem oxigênio, significa que o estágio de oxigenação/álcali substitui cerca de 1,00 a 1,25% de cloro ativo, mantida a mesma demanda de soda cáustica. Como desvantagem, o branqueamento com oxigênio

implica em usar aditivos protetores contra a degradação dos carboidratos.

Estudos mais detalhados são recomendados antes da aplicação industrial de quaisquer das seqüências aqui apresentadas, visando encontrar as suas condições de ótimo técnica e economicamente.

LITERATURA CITADA

FOELKEL, C.E.B.; ZVINAKEVICIUS, C.; MILANEZ, A.F.; KATO, J. & TERRA, J.C. - *Branqueamento de celuloses com seqüências contendo oxigênio. I. Celuloses kraft de eucalipto*. Entregue para publicação. Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel, 1980