



artigo técnico

utilização dos rejeitos do cozimento kraft

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

APRESENTAÇÃO

Para a realização deste trabalho, foram utilizados rejeitos do processo kraft e tentou-se analisar diversas opções para sua utilização, a saber: como pasta semiquímica após desfibramento; após desfibramento e tratamento com oxigênio; como aditivo à polpa kraft convencional, que é enviada ao branqueamento; e como aditivo aos cavacos

virgens que são encaminhados ao digestor para cozimento kraft.

Deste experimento, concluiu-se que os rejeitos podem e devem ser reutilizados para economia dos suprimentos de fibras e barateamento do processo.

1. INTRODUÇÃO

O processamento da madeira a celulose química é caracterizado por uma etapa denominada cozimento. Neste, os cavacos de madeira são deslignificados parcialmente, liberando as fibras. Como o material cavaco não é uniforme, quer em dimensões, ou em composição e anatomia, uma parte deste permanece mal cozida ao final do cozimento. Este rejeito, que aparece na forma de cavacos escuros e mal deslignificados, ocorre em proporções, que variam de 0,5 a 3% base madeira, dependendo das condições de cozimento. É fundamental se ter

projetado um sistema de reciclagem deste rejeito, já que o mesmo ocorre em proporção apreciável e precisa ser reaproveitado para fins econômicos.

No processamento kraft, os rejeitos normalmente retornam ao digestor para novo cozimento, acompanhando os cavacos virgens. Sabe-se que estes rejeitos carregam em seu interior uma certa quantidade de álcali residual. Como o material está parcialmente deslignificado e amolecido, o novo cozimento é facilitado. Pequenas cargas alcalinas são suficientes para completar a liberação das fibras. Para digestores descontínuos a mistura de

nós mal cozidos com cavacos não mostra problemas de maior alçada. Porém, para digestores contínuos, alta proporção de nós, acompanhando os cavacos, traz problemas de fluxo no digestor. É comum a formação de abóbdas dentro do digestor, visto que os rejeitos se transformam em polpa antes que os cavacos virgens.

Além de se retornar os rejeitos para nova deslignificação, existem outras possibilidades de manuseá-los para aproveitamento. As mais comuns são:

a) queimá-los para gerar energia em caldeira auxiliar;

Quadro 1: Propriedades físico-mecânicas da pasta semiquímica obtida pelo desfibramento de rejeitos do processo kraft para eucalipto

Grau de refino, °SR	15	25	37	54
N.º de revoluções PFI, 10 ³	0	8,6	16,0	18,5
Auto-ruptura, km	2,5	4,1	5,8	7,8
Elongação, %	0,5	1,3	1,7	2,4
Fator de estouro	11	27	33	54
Fator de rasgo	39	67	82	89
Dobras duplas, MIT	2	9	19	170
Densidade, g/cm ³	0,43	0,50	0,53	0,60

Quadro 2: Propriedades físico-mecânicas da pasta semiquímica de rejeitos desfibrados após tratamento com oxigênio

Grau de refino, °SR	18	25	37	54
N.º de revoluções PFI, 10 ³	0	2,0	7,0	15,5
Auto-ruptura, km	2,6	4,2	5,2	5,8
Elongação, %	0,6	1,4	2,2	2,3
Fator de estouro	13	25	35	41
Fator de rasgo	43	58	82	88
Dobras duplas, MIT	3	11	26	46
Densidade, g/cm ³	0,48	0,53	0,58	0,60

b) desfibrá-los em refinadores de discos para produção de pasta semiquímica para uso em produtos inferiores;

c) desfibrá-los, depurar as fibras, redesfibrar os rejeitos, separar todas as fibras possíveis e misturá-las à polpa kraft normal,

Quadro 3: Condições e resultados dos cozimentos

Tratamento	100% cavacos	97% cavacos + 3% rejeitos	94% cavacos + 6% rejeitos	100% rejeitos
Alcali ativo, % NaOH sobre o material a.s.	17	17	17	15
Sulfidez, %	18	18	18	18
Relação licor/madeira	4,5:1	4,5:1	4,5:1	4,5:1
Temperatura máxima, °C	170	170	170	170
Tempo até 170°C, min.	90	90	90	90
Tempo a 170°C, min.	45	45	45	45
Rendimento bruto, %	53,8	54,6	55,7	61,1
Rendimento depurado, %	50,7	51,0	50,7	60,9
Teor de rejeitos	3,1	3,6	5,0	0,2
Número kappa	18,3	21,3	21,9	13,7
Viscosidade, cps	28,5	39,0	39,5	15,1
Licor preto residual				
— alcali residual, gNaOH/l	4,4	5,2	4,0	11,2
— pH	11,6	12,2	11,8	13,2
— % Sólidos	13,8	13,5	13,3	9,4

encaminhando a mistura ao branqueamento.

Neste experimento tentou-se analisar diversas opções para utilização dos rejeitos do processo kraft, a saber:

a) como pasta semiquímica após desfibramento;

b) como pasta semiquímica após desfibramento e tratamento com oxigênio;

c) como aditivo à polpa kraft convencional que é enviada ao branqueamento;

d) como aditivo aos cavacos virgens que são encaminhados ao digestor para cozimento kraft.

2. MATERIAL

Rejeitos do processo kraft, correspondentes a cavacos mal cozidos de madeira de *Eucalyptus sp*, obtidos da linha industrial de depuração da Celulose Nipo-Brasileira S.A.

3. METODOLOGIA, RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Produção e ensaio das pastas semiquímicas

Os rejeitos úmidos foram submetidos ao desfibramento em refinador de discos de laboratório. O material desfibrado foi depurado e os palitos foram novamente desfibrados e depurados. A pasta semiquímica isenta de

palitos e feixes foi então analisada. Não se determinou o rendimento desta fase, mas se estima que esteja entre 85 e 90%.

Os resultados dos ensaios a que a pasta foi submetida foram os seguintes: alvura = 10,5°GE; viscosidade = 9,1 cps; número kappa = 85,1. Esta celulose foi refinada em moinho PFI para desenvolver resistências. A metodologia adotada foi a mesma para esta pasta e para as demais deste experimento, a saber: refino da massa = TAPPI T 248; formação de folhas = TAPPI T 205; grau de refino = °SR; acondicionamento para climatização = 65% UR e 20°C; ensaios físico-mecânicos = TAPPI T 220. Os resultados dos ensaios físico-mecânicos são os apresentados no quadro 1.

A seguir, a pasta semiquímica desfibrada foi submetida a uma deslignificação complementar com oxigênio/álcali. As condições adotadas foram as seguintes: % NaOH = 3,5%; % MgCO₃ = 1%; pressão de O₂ = 10 kg/cm²; temperatura = 130°C; tempo a 130°C = 1 hora; consistência = 18%.

Ao final do tratamento com O₂ a pasta ainda se mostrava escura e sua análise revelou: alvura = 14,1°GE; número kappa = 58,7; viscosidade = 9 cps; rendimento bruto = 80,99%.

O refino e determinação das propriedades físico-mecânicas revelaram os resultados do quadro 2.

Conforme era de se esperar, o desfibramento dos rejeitos conduziu a uma pasta escura e com elevado número kappa. Entretanto o desfibramento era fácil e poucos palitos eram notados. As propriedades físico-mecânicas deste material eram próprias de pastas intermediárias entre as mecânicas e as semiquímicas mais nobres, como as pastas NSSC. O tratamento com oxigênio não resultou em melhorias significativas, quer em alvura, deslignificação complementar e resistências. Aliás, as resistências pioraram com a oxigenação.

3.2. Cozimentos kraft de misturas de cavacos virgens com pequenas proporções de rejeitos

O processo mais tradicional é o

Quadro 4: Propriedades físico-mecânicas da celulose kraft não-branqueada de 100% de cavacos de eucalipto

Grau de refino, °SR	16	25	37	54
N.º de revoluções PFI, 10 ³	0	2,65	7,15	15,25
Auto-ruptura, km	5,1	7,0	9,0	10,4
Elongação, %	1,0	1,6	2,2	2,8
Fator de estouro	26	47	66	88
Fator de rasgo	67	90	102	110
Dobras duplas, MIT	9	28	215	735
Densidade, g/cm ³	0,53	0,56	0,63	0,70

Quadro 5: Propriedades físico-mecânicas da celulose kraft não-branqueada da mistura de 97% de cavacos virgens e 3% de rejeitos

Grau de refino, °SR	18	25	37	54
N.º de revoluções PFI, 10 ³	0	2,15	7,75	16,50
Auto-ruptura, km	4,4	6,6	8,4	9,4
Elongação, %	1,2	2,4	3,4	3,8
Fator de estouro	26	42	68	90
Fator de rasgo	71	100	116	122
Dobras duplas, MIT	7	44	122	696
Densidade, g/cm ³	0,53	0,58	0,64	0,69

Quadro 6: Propriedades físico-mecânicas da celulose kraft não-branqueada da mistura de 94% de cavacos virgens e 6% de rejeitos

Grau de refino, °SR	16	25	37	54
N.º de revoluções PFI, 10 ³	0	2,90	8,25	16,75
Auto-ruptura, km	4,7	7,2	8,6	9,8
Elongação, %	1,4	2,4	3,0	3,6
Fator de estouro	24	52	68	87
Fator de rasgo	64	94	108	112
Dobras duplas, MIT	9	47	155	694
Densidade, g/cm ³	0,54	0,59	0,63	0,68

de reciclagem dos rejeitos, retornando-os ao digestor junto aos cavacos virgens. O experimento em questão visava verificar as influências de adições de 3 e 6% de rejeito, no peso da carga ao digestor, sobre a deslignificação e propriedades das celuloses resultantes. Utilizaram-se para as misturas cavacos de madeira de híbridos de *Eucalyptus urophylla*,

amostrados diretamente no pátio de cavacos da Celulose Nipo-Brasileira S.A.

As condições e resultados dos cozimentos kraft constam do quadro 3.

Os resultados do quadro 3 indicavam a facilidade de cozimento dos rejeitos, evidenciando também o alto rendimento em celulose a que conduziam. Isso é ex-

Quadro 10: Branqueamento CEHDED da polpa resultante da mistura de celulose kraft e 5% de rejeitos desfibrados

Estágio	C	E	H	D			Na ₂ S ₀ ₃ acidificado	Total
					E	D		
% Cl ₂ ativo aplicado	3,64	—	0,81	1,58	—	0,53	—	6,56
% Cl ₂ ativo consumido	3,58	—	0,79	1,42	—	0,42	—	6,21
% NaOH aplicado	—	2,11	—	—	0,5	—	—	2,61
% NaOH consumido	—	1,41	—	—	0,15	—	—	1,56
% Na ₂ S ₀ ₃	—	—	—	—	—	—	1%	1%
pH final	1,5	11,7	10,7	2,8	11,0	4,5	—	—
Consistência, %	3,5	12	12	12	12	12	5	—
Tempo, minutos	30	90	120	210	90	210	15	—
Temperatura, °C	amb.	60	40	70	60	70	amb.	—
Viscosidade, cps	28,1	27,8	25,9	22,9	25,3	24,1	24,6	—
Alvura, °GE	—	—	—	—	—	—	91,2	—
Número de cor posterior	—	—	—	—	—	—	0,84	—
Número kappa	—	3,6	—	—	—	—	—	—

Quadro 11: Branqueamento CEHDED da polpa resultante da mistura de celulose kraft e 10% de rejeitos desfibrados

Estágio	C	E	H	D			Na ₂ S ₀ ₃ acidificado	Total
					E	D		
% Cl ₂ ativo aplicado	3,85	—	1,08	1,58	—	0,53	—	7,04
% Cl ₂ ativo consumido	3,81	—	1,05	1,45	—	0,41	—	6,72
% NaOH aplicado	—	2,17	—	—	0,5	—	—	2,67
% NaOH consumido	—	1,49	—	—	0,12	—	—	1,61
% Na ₂ S ₀ ₃	—	—	—	—	—	—	1,0	1,0
pH final	1,5	11,5	11,0	2,8	11,1	4,5	—	—
Consistência, %	3,5	12	12	12	12	12	5	—
Tempo, minutos	30	90	120	210	90	210	15	—
Temperatura, °C	amb.	60	40	70	60	70	amb.	—
Viscosidade, cps	33,6	33,0	23,2	22,8	21,8	22,7	22,1	—
Alvura, °GE	—	—	—	—	—	—	90,4	—
Número de cor posterior	—	—	—	—	—	—	0,68	—
Número kappa	—	4,8	—	—	—	—	—	—

As condições e resultados dos branqueamentos constam nos quadros 9 a 11. A seqüência de branqueamento empregada foi CEHDED seguida de lavagem com solução acidificada de sulfito de sódio.

Nos quadros 8 a 11 pode-se observar que as adições de nós desfibrados colaboraram para aumentar o número kappa das polpas e, conseqüentemente, suas demandas por cloro ativo. Entretanto, não se notaram prejuízos quer à viscosidade ou à branqueabilidade. As fórmulas usuais de se determinar as dosagens de produtos químicos nos estágios do branqueamento funcionaram

Quadro 12: Propriedades físico-mecânicas e óticas da celulose kraft branqueada de eucalipto obtida de 100% de cavacos

	18	25	37	54
Grau de refino, °SR	18	25	37	54
N.º de revoluções PFI, 10 ⁸	0	2,0	8,5	15,0
Auto-ruptura, km	4,0	7,3	9,2	9,3
Elongação, %	1,8	3,1	3,7	3,9
Fator de estouro	20	46	69	70
Fator de rasgo	86	102	105	102
Dobras duplas, MIT	4	66	420	1350
Densidade, g/cm ³	0,57	0,65	0,71	0,74
Coef. de dispersão de luz, cm ² /g	465	400	320	290

a contento no caso das polpas de misturas de rejeitos desfibrados e celulose kraft. Os números de cor posterior das celuloses branqueadas foram todos aceitáveis. Inclusive, as polpas que continham rejeitos desfibrados mostraram menores números de cor posterior, talvez devido à maior carga de produtos químicos no branqueamento.

As três celuloses branqueadas foram a seguir submetidas ao refino e os resultados das propriedades físico-mecânicas e óticas estão relatados nos quadros 12 a 14.

Conforme é possível se verificar nos quadros 12 a 14, a adição de rejeitos desfibrados à celulose kraft para posterior branqueamento não afetou sobremaneira as propriedades físico-mecânicas e óticas da polpa. As únicas propriedades que foram ligeiramente prejudicadas com a adição de rejeitos desfibrados foram a resistência ao dobramento, o coeficiente de dispersão de luz e o tempo de refino.

4. CONCLUSÕES

Os rejeitos do cozimento kraft podem e devem ser reutilizados para economia dos suprimentos de fibras e barateamento do processo. As duas opções que se mostraram tecnicamente mais viáveis foram: a) retorno ao digestor para novo cozimento, b) desfibramento e mistura à polpa kraft para envio ao branqueamento.

A análise econômica de ambas é que definirá a mais vantajosa, pois ficou demonstrado que tecnologicamente ambas são viáveis e a qualidade do produto final não é afetada significativamente.

Quadro 13: Propriedades físico-mecânicas e óticas da polpa branqueada resultante da mistura de celulose kraft de eucalipto e 5% de rejeitos desfibrados

Grau de refino, °SR	19	25	37	54
N.º de revoluções PFI, 10 ³	0	2,0	9,0	18,0
Auto-ruptura, km	4,6	7,0	8,5	9,5
Elongação, %	2,0	3,1	3,6	3,8
Fator de estouro	23	47	67	77
Fator de rasgo	77	93	106	111
Dobras duplas, MIT	8	38	220	810
Densidade, g/cm ³	0,59	0,64	0,69	0,73
Coef. de dispersão de luz, cm ² /g	400	360	310	260

Quadro 14: Propriedades físico-mecânicas e óticas da polpa branqueada resultante da mistura de celulose kraft de eucalipto e 10% de rejeitos desfibrados

Grau de refino, °SR	19	25	37	54
N.º de revoluções PFI, 10 ³	0	2,2	9,0	18,2
Auto-ruptura, km	4,5	7,3	8,6	9,1
Elongação, %	1,9	3,1	3,6	3,9
Fator de estouro	32	53	65	79
Fator de rasgo	73	100	103	105
Dobras duplas, MIT	8	70	195	430
Densidade, g/cm ³	0,63	0,68	0,75	0,78
Coef. de dispersão de luz, cm ² /g	388	340	290	260

O PAPEL



abcp - associação técnica brasileira de celulose e papel

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

SETEMBRO/1981

índice

RIO GRANDE DO SUL - CELULOSE DO SUL
Central de Informação e Documentação
N.º 0039 | Data: 09.03.83

MENSAGEM:

Criatividade pág. 33

REPORTAGEM:

Reunião sobre bambu pág. 35

BALANÇO DA ABCP pág. 38

NORMA:

Determinação do fator de reflectância no azul (alvura) do papel e cartão no aparelho Photovolt pág. 39

TRABALHOS TÉCNICOS:

Sistema integrado de recaustificação-calcinador de leito fluidizado pág. 45

Utilização dos rejeitos do cozimento kraft pág. 59

NOTICIÁRIO DA ABCP:

Novos sócios; As publicações mais recentes sobre celulose, papel, energia e meio ambiente, do Brasil e do mundo; Duas novas informações sobre economia de energia; Participantes de curso, realizado pela Divisão de Ensino visitam as instalações da Aracruz pág. 77

NOTICIÁRIO NACIONAL:

Proteto Flonibra; Constituição de pólo papeleiro no Rio Grande do Sul; Normas para a privatização de companhias estatais; Concessão de crédito, pelo BNDE, para a Ponsa; etc. pág. 85

NOTICIÁRIO INTERNACIONAL:

Publicações da TAPPI; Novo projeto de prensa da Beloit; Encomendas de máquinas e equipamentos para indústrias de papel e celulose; Novos desenvolvimentos em embalagens de materiais, etc. pág. 97

NOTICIÁRIO DA ANAP pág. 102

XIV CONGRESSO ANUAL DA ABCP pág. 104

Este número contém 112 páginas