

DESLIGNIFICAÇÃO ALCALINA RÁPIDA PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE QUÍMICA DE **Bambusa Vulgaris** VAR. **vitatta**

Luiz Ernesto George Barrichello^(*)
Celso Edmundo Bochetti Foelkel^(*)

SUMMARY

The purpose of this investigation was to discuss briefly the rapid alkaline pulping process (KLEINERT, 1964) and to verify the quality of bamboo (**Bambusa vulgaris** var. **vitatta**) pulps obtained by this method. Pulp yields and strengths comparable to those obtained by the usual sulfate process show the possible utilization of this process, which provides savings on time and energy.

1. INTRODUÇÃO

Acelerar a deslignificação para individualização de fibras e produção de celulose constitui-se em prática de grande interesse comercial. Atualmente processo com ciclos curtos que permitam economia sensível de energia são altamente desejáveis. Assim, desde que a qualidade do produto final seja mantida, muitos dos novos processos para produção de celulose que estão sendo desenvolvidos tenderão a substituir paulatinamente aos processos clássicos de deslignificação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O conceito de deslignificação alcalina rápida foi desenvolvido por KLEINERT (1964) no Pulp and Paper Research Institute of Canada. Tal conceito se apoia em certos princípios básicos os quais são a seguir apresentados.

2.1. Os mecanismos de deslignificação alcalina

O processo alcalino sulfato ou kraft foi desenvolvido empiricamente há quase um século e embora altamente difundido e estudado, pouco se conhece acerca de seu mecanismo. Muito se encontra na literatura a respeito da influência das condições de cozimento Sobre as qualidades da celulose obtida de inúmeras espécies. Entretanto, não se conhece muito sobre a maneira como a lignina é solubilizada nos diferentes estágios do cozimento.

De acordo com TIMELL (1972) a deslignificação pelo processo alcalino sulfato pode ser dividida em dois estágios, a saber:

Estágio I

^(*) Departamento de Silvicultura - ESALQ - USP. Piracicaba

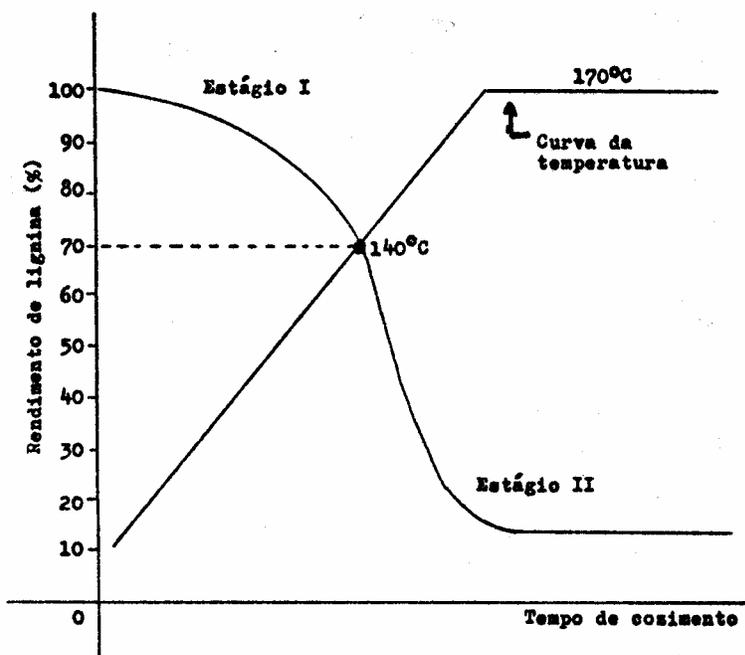
No primeiro estágio, quando a temperatura de cozimento é inferior a 140°C, quase não se remove lignina. Entretanto, 20-25% da madeira é solubilizada, principalmente extrativos e carboidratos (hemiceluloses).

Neste estágio apenas 7% do álcali é consumido pela lignina enquanto os carboidratos consomem 43%.

Estágio II

Neste estágio com a temperatura em sua maior parte a ou acima de 170°C ocorre a deslignificação propriamente dita. Nele, 30-35% da madeira inicial é dissolvida, sendo que 65% da lignina é removida pelo licor de cozimento. Relativamente ao consumo de álcali, a lignina é responsável por 20% sobre o total. As reações de degradação e remoção de carboidratos também ocorrem e 30% do álcali adicionado é por elas consumido.

Esquemáticamente, AURELL & HARITLER (1965) apresentaram a seguinte sequência para remoção da lignina ao longo do cozimento sulfato:



A teoria de KLEINERT (1966) sobre o mecanismo geral de deslignificação diz respeito às diferentes velocidades de remoção de lignina no início e final do cozimento. Segundo o autor, existem dois tipos de lignina: a inicial e a residual ou final. A lignina inicialmente removida é feita a uma velocidade maior que a lignina presente na celulose no final do cozimento. KLEINERT atribuiu isto ao fato da lignina sofrer modificações estruturais ao longo do cozimento e se tornar menos solúvel que a lignina inicialmente presente na madeira. O autor verificou ainda que existia um comportamento diferente da lignina residual em função da temperatura máxima de cozimento.

2.2. Deslignificação alcalina rápida

Cozimentos a baixas temperaturas e por longos períodos de tempo conduzem a uma modificação mais intensa da lignina. Nestes casos a remoção da lignina residual é mais difícil. Por outro lado, cozimentos a mais altas temperaturas em tempos mais curtos permitem uma remoção mais fácil da lignina, já que a mesma não sofre modificações estruturais drásticas. As diferenças em rendimentos usando-se temperaturas altas e tradicionais não se mostraram significativas para o mesmo teor de lignina residual.

Com base nestes dados, KLEINERT propôs um processo kraft modificado: «A uma temperatura igualou suavemente superior a 180°C pode-se remover altas quantidades de lignina em 10-20 minutos, enquanto se retém mais celulose e as propriedades mecânicas das fibras não sofrem redução substancial». As vantagens preconizadas pelo autor são: economias de tempo, energia e reagentes químicos.

O processo industrial consiste basicamente em:

- a) pré-vaporização dos cavacos
- b) penetração forçada do licor nos cavacos, com a remoção a seguir do excesso
- c) rápido aquecimento dos cavacos impregnados até a temperatura de reação
- d) manutenção desta temperatura por um pequeno período de tempo

No processo tradicional, conforme a temperatura se eleva gradualmente, os reagentes químicos penetram na madeira por processos de difusão. Neste cozimento rápido os agentes químicos devem estar presentes na madeira antes do aquecimento e este aquecimento deve ser rápido. O cozimento se processa em fase vapor.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Material

O material de **Bambusa vulgaris** var. **vitatta** constituiu-se de cavacos obtidos através picagem através serra de fita de colmos amostrados em povoamentos localizados na região de Piracicaba, S.P.

3.2. Métodos

3.2.1. Determinação da densidade básica

Foi utilizado para tal o método do máximo teor de umidade.

3.2.2. Determinação das dimensões das fibras

Após maceração para separação dos elementos anatômicos, prepararam-se lâminas e as seguintes dimensões das fibras foram medidas:

- comprimento da fibra
- largura da fibra
- diâmetro do lúmen
- espessura da parede celular

3.2.3. Análises químicas

As seguintes análises químicas para avaliação da composição química quantitativa do material foram realizadas: solubilidades em água quente, álcool-benzeno, NaOH 1% , teores de celulose Cross & Bevan, lignina, pentosanas e cinzas.

3.2.4. Deslignificação e produção de celulose

3.2.4.1. Licor

Um licor sulfato foi preparado contendo 50 gramas por litro de álcali ativo, expresso como Na₂O e com 25% de sulfidez.

3.2.4.2. Pré-tratamento dos cavacos

Os cavacos com 30 % de umidade foram impregnados com O licor de cozimento a 70°C. A penetração forçada do líquido no interior dos cavacos foi conseguida pela aplicação de períodos de vácuo seguidos pela liberação do mesmo durante 3 horas. A relação licor/madeira foi de 10:1. No final do período de pré-tratamento todos os cavacos achavam-se perfeitamente saturados de licor. O excesso de licor foi então removido e os cavacos pesados para a determinação do seu peso saturado.

3.2.4.3. Cozimentos

Os cavacos, após sofrerem o pré-tratamento foram levados para cozimento em uma autoclave de ácido inoxidável, rotativo e eletricamente aquecido. O equivalente a 500 gramas de cavacos absolutamente secos foi utilizado em cada cozimento. Foram realizados quatro cozimentos: três correspondentes ao processo de deslignificação rápida e o quarto, realizado pelo processo tradicional para efeito de comparações.

As seguintes condições foram adotadas nos cozimentos:

Quadro I: Condições dos cozimentos

Condições	Deslignificação rápida			
	Processo			Sulfato Convencional
	Cozimento 1	Cozimento 2	Cozimento 3	Cozimento 4
Alcali ativo (%)	9	9	9	14
Sulfidez (%)	25	25	25	25
Relação licor/madeira	2:1	2:1	2:1	4:1
Temperatura máxima (°C)	180	175	175	170
Tempo até temperatura máxima (h)	0,75	0,75	0,75	2
Tempo à temperatura máxima (h)	0,5	0,5	1,0	0,5
Concentração inicial de Na ₂ O ativo (g/l)	43	43	43	35

As celulosas obtidas foram lavadas e depuradas. A seguir, determinaram-se rendimentos, teores de rejeitos e números Kappa,

3.2.5. Refinação e ensaios físico-mecânicos das celulosas

As celulosas foram refinadas em moinho Jokro a 5 tempos de moagem, incluindo o tempo zero minutos. A consistência de refinação foi de 6% .O grau de moagem

correspondente a cada tempo de refinação foi expresso em termos de graus Schopper-Riegler ($^{\circ}\text{SR}$). As folhas para testes, de gramaturas aproximadamente 60 g/m^2 , foram preparadas em formador de folhas e secador tipo Koethen Rapid.

Os ensaios físico-mecânicos foram calculados segundo norma TAPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industry) T220m-60.

As seguintes propriedades das celuloses foram determinadas:

- resistência à tração: expressa pelo comprimento de auto-ruptura, em quilômetros,
- resistência ao estouro: expressa pelo índice de estouro
- resistência ao rasgo: expressa pelo índice de rasgo
- peso específico aparente: expresso em gramas por centímetro cúbico.

4. RESULTADOS

4.1. Características da matéria-prima

Os resultados obtidos para densidade básica, dimensões das fibras e composição química do material constam do Quadro II.

Quadro II: Características anatômicas, físicas e químicas da matéria-prima.

Características	Resultado médio	Unidade
- Densidade básica.....	0,540	g/cm^3
- Comprimento da fibra.....	3,15	mm
- Largura da fibra.....	15,5	μ
- Diâmetro do lúmen.....	6,5	μ
- Espessura da parede celular.....	4,5	μ
- Solubilidade em Água quente.....	10,9	%
NaOH 1%.....	24,8	%
Álcool/benzeno.....	3,7	%
- Teor de Celulose Cross & Bevan.....	59,5	%
Lignina.....	19,7	%
Pentosanas.....	22,8	%
Cinzas.....	1,6	%

4.2. Rendimentos em celulose e números Kappa

Os resultados para rendimentos brutos e depurados, teores de rejeitos e número kappa correspondentes estão apresentados no Quadro III.

Quadro III: Rendimentos, teores de rejeitos e números kappa das celulosas.

Processo	Deslignificação rápida			Sulfato Convencional
	1	2	3	4
Rendimento bruto (%)	47,9	47,6	46,8	53,9
Rendimento depurado (%)	47,9	47,6	46,8	47,7
Teor de rejeitos (%)	0	0	0	6,2
Número kappa	26	42	31	38

4.3. Propriedades físico-mecânicas das celulosas

Os resultados dos ensaios físico-mecânicos das celulosas, interpolados a diferentes graus de moagem, estão apresentados no Quadro IV.

Grau de moagem	20	30	40	50	60
Tempo de moagem					
- Cozimento 1.....	7	20	28	35	42
- Cozimento 2.....	18	34	40	45	56
- Cozimento 3.....	15	30	34	38	48
- Cozimento 4.....	5	15	28	35	42
Comprimento de auto-ruptura					
- Cozimento 1.....	4,1	5,8	6,6	7,2	7,4
- Cozimento 2.....	4,1	5,9	6,5	7,1	7,5
- Cozimento 3.....	4,6	5,5	6,3	6,6	6,9
- Cozimento 4.....	3,2	5,3	5,8	6,0	6,6
Índice de estouro					
- Cozimento 1.....	20,4	38,6	42,4	44,7	50,2
- Cozimento 2.....	20,1	34,5	38,7	41,7	46,0
- Cozimento 3.....	25,8	32,0	33,2	34,1	48,2
- Cozimento 4.....	23,0	33,6	34,6	35,2	37,3
Índice de rasgo					
- Cozimento 1.....	298	313	285	261	225
- Cozimento 2.....	289	344	294	241	212
- Cozimento 3.....	296	315	286	250	215
- Cozimento 4.....	218	293	245	210	205
Peso específico aparente					
- Cozimento 1.....	0,416	0,504	0,508	0,510	0,528
- Cozimento 2.....	0,420	0,492	0,507	0,530	0,542
- Cozimento 3.....	0,446	0,499	0,515	0,526	0,560
- Cozimento 4.....	0,406	0,470	0,487	0,492	0,516

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados encontrados para as celulosas produzidas pelo processo de deslignificação rápida evidenciam que o mesmo é perfeitamente viável para **Bambusa vulgaris** var. **vitatta** e numa extensão, aos bambus em geral. A qualidade das celulosas assim obtidas foi até certo ponto ligeiramente superior àquela obtida pelo processo kraft tradicional. Uma grande vantagem apresentada pelas celulosas produzidas via fase vapor foi a ausência de rejeitos. Embora os rendimentos brutos tenham sido inferiores ao da celulose kraft convencional, os rendimentos depurados foram equivalentes, compensados que foram pelo relativamente alto teor de rejeitos da última.

Conforme o preconizado por KLEINERT, o tratamento a temperatura mais elevada (180°C) produziu melhores resultados, com melhor deslignificação, rendimento suavemente superior e com alta resistência ao rasgo e razoáveis resistências à tração e

arrebetamento. O tratamento a 175°C durante 0,5 hora conduziu a celulose com excepcional resistência ao rasgo.

Em virtude da similaridade dos resultados para os cozimentos 1 e 3, com ligeira vantagem para o primeiro, recomenda-se adotar, para o processo em questão, as seguintes condições para produção de celulose química de boa qualidade a partir de **Bambusa vulgaris** var. **vitatta**: temperatura máxima: 180°C; tempo à máxima temperatura: 0.5 h.

6. RESUMO E CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi o de discutir sumariamente o método de deslignificação alcalina rápida proposto por KLEINERT em 1964 para produção de celulose e verificar sua aplicabilidade para **Bambusa vulgaris** var. **vitatta**.

Com base nos resultados obtidos e para as condições adotadas neste experimento pode-se concluir que é perfeitamente viável a produção de celulose química de boa resistência e rendimento a partir de **Bambusa vulgaris** var. **vitatta** pelo processo da deslignificação alcalina rápida em fase vapor.

7. BIBLIOGRAFIA

- 7.1 - AURELL, R. & HARTLER, N. - Kraft pulping of pine: part 1 - the changes in the composition of the wood residue during the cooking process. **Svensk papperstidning**, Estocolmo, **68** (3): 59-68, 1965.
- 7.2 - KLEINERT, T. N. - Rapid alkaline pulping. **Pulp and paper magazine of Canada**, Westmount: T-275/T-283, jul.1964.
- 7.3 - -----Mechanisms of alkaline deslignification: 1 - the overall reaction pattern. **Tappi**, Atlanta, 49 (2): 53-7, 1966.
- 7.4 - -----Mechanisms of alkaline deslignification: 2 - free radical reactions. **Tappi**, Atlanta, 49 (3): 126-30, 1966.
- 7.5 - TIMELL, T.E. - **Informações pessoais**. Syracuse, SUNY, College of Environmental Science and Forestry, 1972.

Comp. Agrícola e Industrial CÍCERO PRADO

P A P É I S — C E L U L O S E

Papéis: Cristalite — Granado — Flor Post — Sêda
Kraft — Monolúcido

Cartolinas: Duplex Cromo — Draft para Lixa

PAPÉIS ESPECIAIS PARA CARTONAGENS
CELULOSE DE EUCALIPTO

S E D E:

AVENIDA RIO BRANCO, 1675 — SÃO PAULO
ENDEREÇO TELEGRÁFICO: «CICERPRADO»
CAIXA POSTAL, 7727

F Á B R I C A :

FAZENDA CORUPUTUBA — PINDAMONHANGABA
TELEFONES: 2641 — 2642 — 2643 — EST. S. PAULO



NOSSAS ARVORES PARTICIPAM DO PROGRESSO DO BRASIL

CHAMPION CELULOSE S.A.

Sede: Mogi Guaçu - S. P.

Caixa Postal 10 — Telefone 102

Rua Líbero Badaró 501 - 9.º andar
São Paulo 2, S. P.

Endereço Telegráfico - Champion
Fones: 37-1111 A 37-1117
Telex N.º 021 - 105