



artigo técnico

o cancro do eucalipto e sua influência sobre a qualidade da celulose kraft

CELSO E. B. FOELKEL
 CESLAVAS ZVINAKEVICIUS
 JOSÉ O. M. ANDRADE
 Riocell/Cenibra

APRESENTAÇÃO

"O objetivo desta pesquisa foi verificar como uma séria doença que ataca algumas espécies de eucalipto, chamada cancro, afeta a qualidade da celulose. O cancro é uma enfermidade que está ocorrendo freqüentemente em algumas espécies de eucaliptos em áreas tropicais.

As espécies mais suscetíveis à doença são *eucalyptus saligna* e *eucalyptus grandis*. Por esta razão, ambas são estudadas neste experimento".

RESUMO

Os autores buscaram analisar a influência do cancro, uma séria enfermidade de plantações de algumas espécies de eucalipto em regiões tropicais, sobre a qualidade da celulose kraft.

As espécies estudadas foram *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis*, bastante suscetíveis à doença. Frente às alterações causadas pelo cancro na qualidade da madeira, surgiram problemas na conversão tecnológica da mesma. O principal destes problemas é a perda de rendimento em celulose, o que ocasiona um consumo maior de madeira por tonelada de celulose. O branqueamento e a resistência da celulose são também influenciados negativamente pelo cancro. É porém possível se produzir celulose kraft de qualidade quase similar à de

madeira sadia, quando a taxa de infestação de árvores no povoamento for inferior a 34%. Neste caso, o inconveniente que se terá será um consumo específico maior, na ordem de 3% a mais de madeira por tonelada de celulose. Infestações maiores do que 34% são prejudiciais. Deve-se evitar trabalhar com toda madeira de povoamentos onde a incidência da doença seja em mais que 50% das árvores.

1. INTRODUÇÃO

O cancro do eucalipto, causado pelo fungo *Diaporthe cubensis*, tem preocupado e merecido a mais severa atenção por parte de todo o setor florestal brasileiro. Como se sabe, o eucalipto é a mais importante essência de reflorestamento usada no Brasil e este problema, causado pela

doença, tem prejudicado muitos projetos florestais implantados e a se implantar.

Até recentemente os plantios homogêneos de eucalipto não mostravam problemas fitopatológicos sérios. Com a ampliação da eucaliptocultura para regiões de clima tropical, as condições climáticas predominantes favoreceram o desenvolvimento do patógeno *Diaporthe cubensis*. Este, com uma excepcional taxa de proliferação e difusão, afetou seriamente muitos dos novos plantios em regiões como Espírito Santo, Bahia, Minas Gerais e São Paulo. As perdas econômicas são sensíveis, pois a doença, que incide sobre os povoamentos em uma proporção de 20 a 90% do total das árvores, causa os seguintes principais danos: a) retarda o crescimento, diminuindo o incremento médio anual; b)

aumenta a taxa de mortalidade das árvores; c) prejudica a brotação na regeneração do povoamento; d) afeta a qualidade da madeira.

As formas econômicas de se combater a doença concentram-se no uso de espécies ou variedades resistentes à mesma. Entretanto, na maioria das vezes, as espécies resistentes ou não formam madeira adequada para os fins propostos, ou possuem ritmo de crescimento bastante inferior. Por isso, muitos reflorestadores têm preferido conviver com o cancro, plantando as espécies susceptíveis. Outro problema encontrado é a falta de sementes certificadas no mercado para as espécies puras e resistentes, o que tem obrigado a utilização de sementes de híbridos destas espécies resistentes. A procura de sementes na Austrália, Rodésia, Nova Zelândia, Indonésia, Jamaica, etc. é outra forma de se atenuar o problema. Entretanto esta é uma solução imediatista e que pode trazer danos, além dos benefícios a curto prazo, pois pode levar a povoamentos com carga genética desconfiada. Como o eucalipto se hibrida facilmente, podemos estar, com esta introdução de sementes, trazendo potencialidades para novas susceptibilidades a doenças hoje inexistentes.

A solução para o problema do cancro teria que ser dada em termos nacionais, com o melhoramento do material hoje existente no Brasil e pelo teste experimental das procedências, antes de sua introdução em larga escala.

Inúmeros estudos têm sido realizados por entidades de pesquisa como pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais — IPEF e pela Universidade Federal de Viçosa. Além destes, as firmas implantadoras de povoamentos homogêneos nas regiões atacadas têm também mostrado uma dedicação muito grande à busca de soluções alternativas para o problema. As principais linhas que estão sendo conduzidas, visando a utilização da madeira para celulose, são as seguintes: a) estudo da influência do cancro sobre a qualidade da madeira e da

celulose correspondente; b) estudo da capacidade de conversão a celulose de qualidade, de espécies resistentes à doença; c) estudo de práticas de manejo florestal, visando se contornar os problemas causados pela doença na qualidade da madeira e celulose; d) estudos de condução do melhoramento de árvores resistentes de espécies susceptíveis, objetivando a obtenção de resistência ao cancro, concomitantemente com o desenvolvimento da qualidade da madeira e da celulose.

Este trabalho consiste numa segunda contribuição dos autores dentro da linha de utilização tecnológica da madeira para celulose. Recentemente, FOELKEL & COLABORADORES, 1976, haviam apresentado uma primeira aproximação ao conhecimento de como a doença cancro afetava a qualidade da madeira do eucalipto. Neste presente estudo procurou-se analisar a influência da doença sobre a qualidade da celulose kraft obtida da madeira de povoamentos com diferentes graus de incidência do cancro.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. O cancro no Brasil

Hoje o cancro do eucalipto se constitui na mais importante das doenças do mesmo entre nós. Embora o descobrimento da incidência da doença no Brasil seja recente, é provável que ela ocorresse há muitos anos, numa forma em equilíbrio biológico. O cancro causado pelo *Diaporthe cubensis* foi descrito no Brasil em 1973 por HODGES, REIS & MAY, embora existam algumas citações de evidências do mesmo há alguns anos atrás.

A doença é mais característica em regiões tropicais quentes e úmidas, podendo ser considerada como áreas susceptíveis os Estados compreendidos entre o extremo Sul do Estado de São Paulo até a Amazônia. Altos níveis de infecção são notados em regiões onde a temperatura e a umidade são altas. Sabe-se que em condições de laboratório, o

patógeno possui desenvolvimento ótimo à temperatura de 28-30°C.

O cancro do eucalipto não é uma doença típica brasileira. Ela já foi detectada em outros países latino-americanos, principalmente na região setentrional da América Latina. Supõe-se que a região de ocorrência da doença seja toda a América tropical.

2.2 Sintomatologia

Os sintomas típicos da doença são evidenciados principalmente quando a doença se encontra em fase avançada de ataque. Entretanto a doença causa danos já a partir do primeiro ano de idade das plantas. Nesta idade ela causa danos isolados no povoamento, trazendo a morte de algumas plantas. Nestas árvores jovens atacadas nota-se uma coloração escura na região da casca interna e do câmbio, próximo à base da árvore.

Em árvores de maior idade, devido ao maior estágio de desenvolvimento da doença, a casca externa da base da árvore mostra-se infectada e toda a base da planta reage. Há a formação de mais tecido na base, ocorre um intumescimento, passam a ocorrer trincas e a casca começa a ser expelida do tronco.

O cancro típico ocorre em árvores com idade acima de cinco anos. Consiste em uma ferida na base do tronco, ou melhor, em uma lesão ou depressão na casca, rodeada por um calo. O lenho fica exposto e o albúrnio e a casca se deformam. Às vezes ocorre exudação de goma. A ferida passa a se constituir numa porta de entrada para cupins, fungos saprófitas, etc. Com isto a árvore se enfraquece, perde vigor e a qualidade da madeira é prejudicada.

O cancro típico costuma se manifestar mais na base da árvore, mas é comum o aparecimento de outras lesões a diferentes alturas do tronco.

A lesão chega a atingir mais de um metro na altura da árvore e 50% ou mais do diâmetro. Em fase avançada a ferida estrangula totalmente a casca e causa a morte da árvore.

A sintomatologia varia com a espécie, com o grau de infecção, com o estágio de desenvolvimento da lesão e com a resistência oferecida pela árvore.

2.3 Suscetibilidade das espécies de *Eucalyptus* sp

A suscetibilidade relativa de povoamentos comerciais de eucalipto torna-se difícil comentar devido ao alto grau de hibridação de espécies. Reconhece-se atualmente que a maioria dos plantios de eucalipto do Brasil provém do material genético da antiga Cia. Paulista de Estradas de Ferro. O material é heterogêneo, com muita hibridação. Somente as espécies que não se cruzam facilmente é que são encontradas em maciços mais ou menos puros (*E. paniculata*, *E. maculata* e *E. citriodora*).

Por esta razão houveram algumas confusões iniciais quanto ao grau de suscetibilidade e resistência de espécies e resistência de espécies do gênero *Eucalyptus*.

Com base nas observações feitas em experimentos de introdução de espécies, em povoamentos comerciais, e em testes de inoculação, foi possível se avaliar o grau de suscetibilidade das principais espécies plantadas. HODGES & COLABORADORES, 1976, apresentaram o seguinte quadro para a suscetibilidade ao cancro das espécies de *Eucalyptus* no Brasil.

Dentre as espécies mais plantadas, o *E. saligna* está hoje praticamente condenado ao plantio em regiões infestadas. Sua suscetibilidade é extremamente alta com o material genético disponível. O *E. grandis* possui suscetibilidade moderada, e esta varia bastante. Justificam-se para esta espécie estudos sobre melhoramento genético e procura de variedades resistentes.

As plantações de *E. "alba"*, devido à sua grande heterogeneidade, podem apresentar os mais variados graus de suscetibilidade. Quando os indivíduos se assemelham a *E. urophylla* a resistência é maior.

As espécies de madeira densa como *E. citriodora* e *E. paniculata* mostram resistência ao can-

Quadro 1: Suscetibilidade ao cancro de espécies de *Eucalyptus*, conforme HODGES & COLABORADORES, 1976

Espécies	Suscetibilidade relativa
<i>E. maculata</i>	+ + + +
<i>E. saligna</i>	+ + + +
<i>E. alba</i>	+ + / +
<i>E. grandis</i>	+ + +
<i>E. propinqua</i>	+ + +
<i>E. tereticornis</i>	+ + +
<i>E. microcorys</i>	+ +
<i>E. paniculata</i>	+ +
<i>E. robusta</i>	+ +
<i>E. citriodora</i>	+ +
<i>E. torelliana</i>	+
<i>E. urophylla</i>	+

+ + + +
+ + +
+ +
+

Altamente suscetível
Moderadamente suscetível
Moderadamente resistente
Altamente resistente

cro, mas possuem menor potencial para a indústria de celulose.

Espécies promissoras são *E. urophylla* e *E. torelliana*. Atualmente nas regiões infestadas pela doença o plantio tem sido direcionado sobre a primeira, *E. urophylla*.

Recentemente FERREIRA & COLABORADORES, 1977, ampliaram a listagem das espécies resistentes, mostrando como pouco suscetíveis as seguintes espécies: *E. brassiana*, *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. cloeziana*, *E. phaeotricha*, *E. pilularis*, *E. tereticornis*, *E. torelliana* e *E. urophylla*.

Existem hoje inúmeros experimentos sobre suscetibilidade de espécies e procedências de *Eucalyptus* sp, e, em futuro próximo, um grande número de informações será disponível. É possível mesmo que se encontrem materiais genéticos de boa qualidade e com resistência ao cancro, em espécies *E. grandis* e *E. saligna*, embora se reconheçam as maiores dificuldades para tal.

2.4 Avaliação da qualidade da madeira de *Eucalyptus* afetado por cancro

Em 1976, FOELKEL, ZVINA-KEVICIUS & ANDRADE publicaram os resultados de avaliação da qualidade da madeira de *E. saligna* e *E. grandis* afetados por cancro. Os autores notaram como principais características

das madeiras doentes, a maior densidade básica, fibras menores, mais estreitas e de paredes mais delgadas, índices de Runkel e fração parede das fibras menores, maior coeficiente de flexibilidade das fibras, vasos mais curtos e mais estreitos, altos teores de extrativos em água quente, álcool-benzeno e NaOH 1%, alto teor de lignina e menores teores de cinzas.

2.5 Qualidade da celulose obtida a partir de madeira afetada por cancro

Embora se reconheça que a madeira de árvores com cancro tenha influência negativa sobre a produção e a qualidade da celulose, nada foi encontrado na literatura especializada sobre este assunto.

3. MATERIAL

O material utilizado neste experimento constituiu-se de três tipos de madeiras obtidas de árvores de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis*, de povoamentos com 5 anos de idade, localizados na região de Linhares, Estado do Espírito Santo — Brasil.

Para cada espécie foram definidos os seguintes tipos de madeiras:

Tipo 1: madeira doente, coletada justamente na região da lesão causada pelo cancro.

Tipo 2: madeira sadia de árvores afetadas pelo cancro, coletada em partes das árvores doentes onde não se notavam sintomas do cancro.

Tipo 3: madeira de árvores sadias, coletadas de árvores sadias presentes em povoamentos infestados pelo cancro.

4. METODOLOGIA E RESULTADOS

4.1 Preparo da madeira

Foram escolhidas dez árvores com cancro para cada espécie, desde que representassem a média da situação que se observava no povoamento. Estas árvores foram abatidas, descascadas e seccionadas em duas porções: madeira doente e madeira da parte sadia de árvore afetada por cancro.

Ambos os tipos de madeira por espécies foram a seguir transformados em cavacos.

Para cada espécie foram também amostradas três árvores sadias dos mesmos povoamentos e estas foram abatidas, toradas, descascadas e transformadas em cavacos.

Ao final dispunham-se de seis tipos de materiais, ou seja, madeira doente, madeira de parte sadia de árvores doentes e madeira de árvores sadias, das espécies *E. saligna* e *E. grandis*.

4.2 Determinação da contribuição volumétrica da parte contaminada nas árvores

Conforme anteriormente enunciado, foram separadas duas porções de madeira para as árvores doentes: uma constituída de madeira doente e outra da parte sadia destas árvores. Antes de se reduzir as toras a cavacos, procedeu-se à cubagem das secções contaminadas e sadias. A finalidade era se conhecer a contribuição volumétrica média da madeira doente nas árvores afetadas.

Foram encontradas as seguintes proporções médias de madeira doente:

$$\begin{aligned} E. \text{ grandis} &= 25,77\% \\ E. \text{ saligna} &= 29,40\% \end{aligned}$$

Observou-se que a proporção da madeira afetada era alta e isso foi explicado pela presença da lesão justamente na base da árvore, onde o diâmetro da árvore é maior.

4.3 Determinação da densidade básica das madeiras

A densidade básica foi determinada nos cavacos pelo método do máximo teor de umidade. Os resultados constam do quadro 2.

4.4 Análises químicas das madeiras

As madeiras tiveram sua composição química determinada conforme métodos padrões da Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Os resultados estão apresentados no quadro 3.

4.5 Análises anatômicas das madeiras

Após individualização das fibras por técnicas de maceração, procedeu-se a mensuração dos elementos anatômicos, como fibras e vasos.

Os resultados constam do quadro 4.

Quadro 2: Densidades básicas das madeiras sadias e doentes (g/cm³)

Espécie	<i>E. saligna</i>	<i>E. grandis</i>
Madeira doente	0,535	0,514
Parte sadia da árvore doente	0,528	0,467
Madeira de árvores sadias	0,546	0,483

Quadro 3: Composição química das madeiras (%)

Espécie	<i>E. saligna</i>			<i>E. grandis</i>		
	Madeira Doente	Parte sadia da árvore doente	Sadia	Madeira Doente	Parte sadia da árvore doente	Sadia
Solubilidade em NaOH 1 %	18,5	11,4	13,1	16,3	13,2	12,5
Solubilidade em água quente	6,9	2,7	8,4	4,9	3,1	5,5
Extrativos em álcool-benzeno	2,1	0,7	0,6	1,1	0,8	0,3
Teor de lignina	31,1	29,0	27,5	31,0	26,3	26,8
Teor de pentosanas	12,0	13,3	12,5	12,9	13,2	12,9
Teor de cinzas	0,38	0,33	0,44	0,22	0,38	0,28

Quadro 4: Dimensões médias dos elementos anatómicos

Espécie	E. saligna		E. grandis	
	Doente	Sadia	Doente	Sadia
Comprimento das fibras, mm	0,76	0,78	0,73	0,83
Largura das fibras, μ	14,4	16,5	15,4	16,3
Espessura da parede, μ	2,4	2,8	2,5	3,0
Comprimento dos vasos, mm	0,25	0,31	0,26	0,30
Largura dos vasos, mm	0,14	0,12	0,08	0,11

4.6 Produção de celulose

O processo adotado para deslignificação das madeiras foi o kraft.

As condições de cozimento variaram conforme o tratamento que se estava processando, visto que algumas das madeiras requeriam maior ou menor ação

de deslignificação. As modificações foram feitas na temperatura máxima de cozimento.

Os objetivos que se tinham na avaliação da influência do cancro sobre a qualidade da celulose kraft eram os seguintes:

- comparar a qualidade de celuloses kraft obtidas de árvores sadias com as obtidas de madeiras doentes e de árvores doentes;
- verificar a influência da incidência do cancro na qualidade da celulose kraft;
- verificar o comportamento das espécies *E. saligna* e *E. grandis* quanto à resposta ao efeito do cancro na qualidade da celulose.

Quadro 5: Identificação e codificação dos tratamentos visando produção e avaliação da celulose

Espécie	Código do tratamento	Identificação do tratamento	Proporção em peso das madeiras
<i>E. saligna</i>	T 1	100% de árvores sadias	100% de madeira sadia
	T 2	66% de árvores sadias e 34% de árvores doentes	67,3% de madeira sadia; 9,56% de madeira doente e 23,14% de madeira da parte sadia da árvore doente.
	T 3	34% de árvores sadias e 66% de árvores doentes	34,6% de madeira sadia; 19,12% de madeira doente e 46,28% de madeira da parte sadia de árvore doente.
	T 4	100% de árvores doentes	29,25% de madeira doente e 70,75% de madeira da parte sadia de árvores doentes.
	T 5	100% de madeira doente	100% de madeira doente.
<i>E. grandis</i>	T 6	100% de árvores sadias	100% de madeira sadia
	T 7	66% de árvores sadias e 34% de árvores doentes	64% de madeira sadia; 9,54% de madeira doente e 26,46% de madeira da parte sadia de árvore doente.
	T 8	34% de árvores sadias e 66% de árvores doentes	28% de madeira sadia; 19,08% de madeira doente e 52,92% de madeira da parte sadia de árvore doente.
	T 9	100% de árvores doentes	26,5% de madeira doente e 73,5% de madeira da parte sadia de árvores doentes.
	T 10	100% de madeira doente	100% de madeira doente.

Para este estudo foram definidos dez tratamentos, cinco por espécie. Nestes tratamentos procurou-se cobrir toda a faixa de variação da proporção relativa de árvores com cancro na conversão tecnológica da madeira.

Para se calcular as proporções em peso para as misturas de madeira, tomou-se como base as proporções volumétricas das partes doentes e sadias das árvores afetadas pelo cancro, o teor de incidência de árvores doentes no povoamento e a densidade básica média das madeiras doentes. Considerou-se por hipótese que todas as árvores possuíam o mesmo volume, para fins de cálculo.

Com base nestes cálculos foi possível se estabelecer tratamentos cuja mistura de madeira simulavam as seguintes situações no campo:

- | | |
|---|--|
| a) 100% de árvores sadias | |
| b) 66% de árvores sadias e 34% de árvores doentes | |
| c) 34% de árvores sadias e 66% de árvores doentes | |
| d) 100% de árvores doentes | |
| e) 100% de madeira doente | |

A definição dos tratamentos estudados, bem como suas codificações, estão relatadas no quadro 5. Foram adotadas duas repetições por tratamento.

Na deslignificação kraft foram mantidas fixas as seguintes condições:

% Alcali ativo	= 17% de Na ₂ O
% Sulfidez	= 25%
Relação licor/madeira	= 4,5 : 1
Tempo até temperatura máxima	= 90 minutos
Tempo à temperatura máxima	= 60 minutos

Por outro lado, variaram-se Temperatura máxima
Fator H

= variável de 160 a 170°C
= variável de 511 a 1214

O objetivo era se obter polpas com graus de deslignificação similares. Preestabeleceu-se que a faixa desejada de número kappa deveria ser de 17 a 22.

No quadro 6 estão apresentadas as condições variáveis de cozimento por tratamento e os resultados alcançados na produção de celulose, ou seja: rendimentos brutos e depurados, teores de rejeitos, números kappa, viscosida-

4.7 Branqueamento das celuloses

Todas as celuloses foram branqueadas conforme a seqüência em seis estágios do tipo CE₁HD₁E₂D₂, seguindo-se lavagem com solução ácida de sulfito de sódio.

As condições mantidas constantes em cada estágio foram as apresentadas no quadro 7.

O objetivo do branqueamento era o de se atingir alvuras de aproximadamente 90°GE com viscosidades acima de 15 cps.

Conforme o número kappa inicial da polpa não-branqueada, dosavam-se os teores de cloro ativo e soda cáustica, respectivamente nos estágios da cloração ácida (C) e primeira extração alcalina (E₁). Os estágios consecutivos, ou seja, tratamento com hipoclorito de sódio (H), primeira dioxidação (D₁), extração alcalina (E₂) e segunda dioxidação (D₂) recebiam, para todas as polpas, as mesmas adições de produtos químicos para branqueamento.

des em cuproetilenodiamina e teores de sólidos e concentrações do álcali ativo residual no licor preto. Os resultados apresentados consistem no valor médio das duas repetições que foram adotadas no programa experimental.

Quadro 6 : Variáveis e resultados médios dos cozimentos

Espécie	<i>E. saligna</i>					<i>E. grandis</i>				
	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente
Temperatura máxima, °C	160	160	161	162	170	160	160	160	164	170
Fator H	514	519	569	580	1137	516	527	548	611	1117
Rendimento bruto, %	53,1	52,2	50,9	50,8	46,8	52,4	51,0	49,6	48,8	45,2
Rendimento depurado, %	52,7	51,9	50,3	50,4	46,5	52,1	50,7	49,4	48,2	41,5
Teor de rejeitos, %	0,4	0,3	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,6	3,7
Número, kappa	20,1	19,2	21,2	21,3	18,9	20,4	18,6	21,0	18,3	19,4
Alvura, °GE	36,5	35,0	34,0	33,5	30,0	35,0	34,0	33,0	32,0	27,0
Viscosidade, cps	59,8	53,6	50,6	38,0	32,7	50,6	48,8	46,0	43,6	43,3
Licor preto										
- Álcali ativo residual, g/l	12,1	11,8	9,4	7,3	7,4	11,5	11,2	9,9	8,1	4,6
- teor de sólidos, %	16,4	16,4	16,2	16,0	15,1	16,6	16,5	17,0	16,2	16,8

Os comportamentos médios das polpas de cada tratamento no branqueamento estão sumarizados no quadro 8. Neste quadro as porcentagens de reagentes estão sempre expressas base celulose não-branqueada original, absolutamente seca.

4.8 Propriedades físico-mecânicas e óticas das celuloses

As celuloses não-branqueadas e branqueadas foram submetidas ao refino em moinho tipo holandesa Regmed, à consistência de

4%. A diferentes graus de refino, para cada polpa, foram retiradas amostras para formação de folhas de gramatura de aproximadamente 60 g/m² em formador tipo Koethen Rapid.

As propriedades físico-mecânicas das celuloses foram determi-

Quadro 7: Condições mantidas constantes ao longo do branqueamento das celuloses

Estágio	C	E ₁	H	D ₁	E ₂	D ₂	SO ₂
% Cl ₂ ativo aplicado	—	—	1,0	0,6	—	0,2	—
% NaOH aplicado	—	—	0,2	—	0,5	—	—
% Na ₂ SO ₃ aplicado	—	—	—	—	—	—	0,5
Consistência, %	4	10	6	10	10	10	5
Tempo, minutos	60	90	120	210	90	210	30
Temperatura, °C	amb.	60	40	70	60	70	amb.

Quadro 8 : Variáveis e resultados médios dos branqueamentos das celuloses

Espécie	<i>E. saliana</i>					<i>E. grandis</i>				
	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente
% Cl ₂ ativo aplicado na cloração	4,00	3,86	4,14	4,16	3,88	4,03	3,80	4,12	3,75	3,89
% NaOH aplicado em E ₁	2,32	2,29	2,36	2,39	2,28	2,33	2,27	2,36	2,26	2,30
Número kappa CE ₁	2,1	2,0	1,9	2,1	2,2	2,0	2,2	2,3	2,2	2,1
% Cl ₂ ativo total consumido na sequência	4,54	4,62	5,08	5,21	4,96	4,74	4,80	5,32	4,89	5,10
% NaOH total consumido na sequência	1,59	1,26	1,14	1,37	1,03	1,46	1,56	1,40	1,48	1,62
Alvura final, %GE	90,7	90,6	89,6	89,6	89,7	91,4	91,7	90,0	87,7	88,0
Viscosidade, cps	19,2	17,1	22,4	15,1	17,0	26,2	26,1	22,3	19,7	17,8

Quadro 9 : Celulose não-branqueada: propriedades físico-mecânicas a 25°SR

Espécie	<i>E. saliana</i>					<i>E. grandis</i>				
	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente
Auto-ruptura, km	5,3	5,6	5,4	5,6	5,0	6,3	6,5	6,0	5,9	5,8
Elongação, %	1,8	1,8	1,9	1,9	1,8	2,1	2,2	2,2	2,3	2,0
Dobras duplas, MIT	18	18	17	24	13	108	92	42	20	24
Fator de estouro	21	26	24	26	25	43	34	29	28	27
Fator de rasgo	106	110	109	97	90	118	114	110	97	92
Densidade, g/cm ³	0,45	0,48	0,49	0,48	0,47	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49

nadas e calculadas de acordo com o método TAPPI T 220. Para as celuloses branqueadas determinaram-se também os coeficientes de

dispersão da luz em filtro verde (557 nm).

Os valores obtidos a diferentes graus de refino foram interpola-

dos graficamente para 25, 35, 45 e 55°SR.

Os resultados constam dos quadros 9 a 16.

Quadro 10 : Celulose não-branqueada propriedades físico-mecânicas a 35°SR

Espécie	<i>E. saligna</i>					<i>E. grandis</i>				
	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente
Auto-ruptura, km	7,1	6,8	6,6	6,6	6,2	8,1	7,5	6,8	6,7	6,6
Elongação, %	2,3	2,2	2,2	2,2	2,3	3,0	2,9	2,7	2,9	2,4
Dobras duplas, MIT	46	39	35	32	31	376	152	112	96	69
Fator de estouro	33	30	32	33	33	52	48	46	45	39
Fator de rasgo	116	110	111	111	110	111	109	101	89	87
Densidade, g/cm ³	0,51	0,49	0,48	0,48	0,49	0,57	0,57	0,56	0,57	0,54

Quadro 11 : Celulose não-branqueada : propriedades físico-mecânicas a 45 °SR

Espécie	<i>E. saligna</i>					<i>E. grandis</i>				
	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente
Auto-ruptura, km	7,8	7,2	7,2	7,2	6,7	8,5	8,3	8,0	7,8	7,7
Elongação, %	2,4	2,6	2,7	2,7	3,1	2,9	3,1	3,4	3,5	2,9
Dobras duplas, MIT	166	151	129	112	101	601	469	346	368	172
Fator de estouro	39	39	38	35	35	55	47	45	47	44
Fator de rasgo	114	111	109	106	108	104	105	100	97	91
Densidade, g/cm ³	0,51	0,53	0,50	0,52	0,50	0,59	0,59	0,59	0,60	0,56

Quadro 12 : Celulose não-branqueada : propriedades físico-mecânicas a 55°SR

Espécie	<i>E. saligna</i>					<i>E. grandis</i>				
	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente
Auto-ruptura, km	7,5	7,4	7,4	7,3	7,4	8,7	8,6	8,3	7,8	7,8
Elongação, %	2,4	3,0	3,1	3,0	3,6	5,2	3,2	3,2	3,3	3,3
Dobras duplas, MIT	192	198	178	200	202	1798	1120	911	430	368
Fator de estouro	43	44	42	39	40	64	60	52	45	50
Fator de rasgo	110	111	111	107	112	108	103	99	90	89
Densidade, g/cm ³	0,54	0,55	0,53	0,55	0,54	0,62	0,61	0,60	0,62	0,60

Quadro 13 : Celulose branqueada : propriedades físico-mecânicas e óticas a 25°SR

Espécie	<i>E. saligna</i>					<i>E. grandis</i>				
	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente
Auto-ruptura, km	4,7	4,4	4,5	4,0	3,7	5,1	4,3	4,3	4,2	4,1
Elongação, %	3,3	3,4	2,8	2,7	2,5	2,7	3,1	3,0	3,0	2,5
Dobras duplas, MIT	11	10	11	8	7	22	17	14	10	10
Fator de estouro	20	18	21	18	15	27	25	24	20	18
Fator de rasgo	114	105	101	92	75	115	100	96	85	77
Densidade, g/cm ³	0,46	0,46	0,48	0,46	0,45	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47
Coefficiente de dispersão de luz, cm ² /g	458	446	438	460	492	410	465	473	510	500

Quadro 14 : Celulose branqueada : propriedades físico-mecânicas e óticas a 35°SR

Espécie	<i>E. saligna</i>					<i>E. grandis</i>				
	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente
Auto-ruptura, km	6,1	5,7	5,5	5,7	5,3	6,6	5,4	5,3	5,3	5,6
Elongação, %	4,2	4,1	3,8	3,6	3,5	3,9	3,4	3,5	3,5	4,0
Dobras duplas, MIT	38	36	28	33	35	94	97	89	82	84
Fator de estouro	30	30	30	30	28	41	37	36	32	30
Fator de rasgo	130	133	124	133	103	115	120	120	112	105
Densidade, g/cm ³	0,51	0,51	0,50	0,48	0,52	0,55	0,53	0,53	0,51	0,52
Coefficiente de dispersão de luz, cm ² /g	394	420	413	430	458	459	482	445	444	435

Quadro 15 : Celulose branqueada : propriedades físico-mecânicas e óticas a 45 °SR

Espécie	<i>E. saligna</i>					<i>E. grandis</i>				
	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente
Auto-ruptura, km	6,9	6,4	6,1	6,1	5,9	7,4	7,2	6,4	6,3	6,5
Elongação, %	4,6	4,2	4,1	4,2	4,2	4,2	4,5	4,4	4,0	4,3
Dobras duplas, MIT	76	68	75	58	53	495	480	128	130	104
Fator de estouro	38	32	36	38	35	47	48	41	39	34
Fator de rasgo	124	122	106	102	104	133	121	124	108	114
Densidade, g/cm ³	0,53	0,51	0,53	0,54	0,56	0,58	0,56	0,56	0,54	0,57
Coeficiente de dispersão de luz, cm ² /g	437	416	389	396	424	429	399	412	416	381

Quadro 16 : Celulose branqueada : propriedades físico-mecânicas e óticas a 55 °SR

Espécie	<i>E. saligna</i>					<i>E. grandis</i>				
	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente
Auto-ruptura, km	7,1	6,6	6,2	6,7	6,8	7,8	7,5	6,5	6,2	6,5
Elongação, %	4,2	5,2	4,0	4,6	4,6	4,2	4,6	4,3	4,2	4,2
Dobras duplas, MIT	168	143	118	117	117	587	472	445	141	204
Fator de estouro	40	42	38	42	43	49	49	44	40	45
Fator de rasgo	128	122	123	121	113	125	117	116	119	119
Densidade, g/cm ³	0,54	0,56	0,55	0,56	0,59	0,56	0,59	0,55	0,57	0,68
Coeficiente de dispersão de luz, cm ² /g	418	366	390	369	403	391	385	376	382	338

4.9 Consumos específicos de madeira por tonelada de celulose branqueada

Baseados nos dados disponíveis como: rendimento depurado em celulose não-branqueada, densidade básica de cada tipo de madeira, proporção em peso de cada tipo de madeira na mistura, foi possível se estabelecer o consumo específico de madeira por tonelada de celulose não-branqueada. Admitindo-se um rendimento médio no branqueamento

de 90% para todos os tratamentos, calculou-se o consumo específico de madeira, expresso em metros cúbicos sólidos por tonelada de celulose branqueada. Os valores obtidos constam do quadro 17.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 Qualidade da madeira

As principais características notadas para as madeiras doen-

tes foram seus maiores teores de extrativos em álcool/benzeno e NaOH 1%, maior teor de lignina e menor comprimento e largura das fibras, em relação à madeira sadia. Estas diferenças foram significativas e notadas tanto para a madeira de *E. saligna* como para a de *E. grandis*. Relativamente à densidade básica das madeiras não se teve um modelo uniforme, pois para o *E. saligna* a madeira doente foi menos densa que a sadia e para o *E. grandis* ocorreu o inverso.

Quadro 17 : Dados sobre os consumos específicos de madeira (m^3 sólidos/t.a.s.)

Espécie	<i>E. saligna</i>					<i>E. grandis</i>				
	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente	0 % árvores doentes	34 % árvores doentes	66 % árvores doentes	100 % árvores doentes	100 % madeira doente
Rendimento depurado em celulose não-branqueada, %	52,7	51,9	50,3	50,4	46,5	52,1	50,7	49,4	48,2	41,5
Rendimento base madeira em celulose branqueada	47,43	46,71	45,27	45,36	41,85	46,89	45,63	44,46	43,38	43,35
Densidade básica média da mistura, g/cm^3	0,546	0,540	0,535	0,529	0,535	0,483	0,482	0,480	0,479	0,514
Consumo específico, m^3 sólido /t.a.s.	3,86	3,96	4,13	4,17	4,47	4,41	4,55	4,68	4,81	5,21

5.2 Produção e qualidade de celulose

A produção e avaliação da qualidade de celulose kraft mostrou alguns tipos bem característicos de tendências, a saber:

a. Para se obter similaridade no grau de deslignificação das polpas houve necessidade de condições mais severas de cozimento a partir de um teor de incidência do cancro em acima de 66% das árvores. Esta diferença só foi notável para 100% das árvores infectadas ou quando se usou no cozimento apenas madeira doente. Isso significa que, nas condições usuais de infestação, que são de 30 a 60%, não devem ocorrer sérios problemas quanto à velocidade de deslignificação da madeira proveniente destes povoamentos. Ressalte-se porém que neste experimento se usou uma carga alcalina alta, de 17% de Na_2O base madeira. No quadro 6, pelos dados de concentração do álcali ativo residual, pode-se notar o maior consumo dos tratamentos com maior proporção de madeira doente. Observar ainda as dificuldades encontradas para se deslignificar a madeira doente isoladamente, quando se necessitou de um fator H maior que o dobro do usado para a madeira sadia.

b. Em igualdade de grau de deslignificação, a maior contribuição negativa do cancro foi quanto ao rendimento em celulose. A presença de madeira doente na ordem de aproximadamente 10% em volume causa uma redução média de 1% no rendimento depurado de celulose. O aumento do teor de infestação conduziu a uma diminuição proporcional no rendimento bruto. Esta perda de rendimento refletiu-se em uma maior necessidade de madeira para se produzir uma tonelada de celulose. Admitindo-se que a proporção de madeira doente em um carregamento seja de aproximadamente 10% em volume, isso representa, conforme os dados do quadro 17, um consumo específico 3% maior. Para uma indústria que consome 6000 estéreos por dia, corresponderia a 180 estéreos/dia de madeira descascada. Este é um exemplo bastante otimista, pois 34% de árvores infestadas (o que corresponde a mais ou menos 10% do volume em madeira doente) é uma situação que pode ser considerada boa para as regiões onde o cancro se manifesta ativamente.

c) Para a celulose não-branqueada ocorreu uma queda na viscosidade e alvura conforme se aumentou o teor de madeira doente. O fenômeno só se mos-

trou significativa para altas incidências de árvores doentes, ou seja, para os tratamentos onde todas as árvores eram doentes.

d) No branqueamento das celulosas preestabeleceu-se dosar as cargas de produtos químicos branqueantes de forma similar ao normalmente feito para celulosas kraft de madeiras sadias. Como resultado, notou-se que a alvura final diminuía com o aumento do teor de árvores doentes, da mesma forma que a viscosidade. Concluiu-se da análise dos dados que, para taxas de infestação acima de 34% das árvores, houve sensível efeito negativo sobre a branqueabilidade e qualidade da celulose.

e) Os ensaios físico-mecânicos das celulosas mostraram modelos bem predominantes como, por exemplo, a superioridade da celulose do *Eucalyptus grandis* em relação à de *Eucalyptus saligna* em alguns aspectos, à exceção da resistência ao rasgo. Talvez isso possa ser explicado pela maior ligação entre fibras que foi conseguida com as celulosas de *E. grandis*, como atestou a maior densidade de suas folhas. Quanto à influência do cancro, notou-se que ela era negativa, principalmente para as resistências à tração, dobramento, estouro e rasgo.

Os efeitos desta influência negativa eram mais sensíveis para *E. grandis*. É possível se consi-

derar como pequena e aceitável a queda na resistência da celulose do tratamento 100% de madeiras sadias para 34% de árvores doentes. Entretanto, só em condições excepcionais de falta de madeira, se deve utilizar de toda a madeira de povoamentos que contêm mais de 50% de suas árvores doentes. Em caso de povoamentos com alta incidência de cancro, recomenda-se separar a parte afetada da árvore doente e se utilizá-la para outros fins como, por exemplo, para produção de carvão.

6. CONCLUSÕES

O cancro do eucalipto, mercê das alterações que causa em alta proporção da madeira dos povoamentos onde incide, traz problemas concomitantes na utilização tecnológica desta madeira para celulose.

O principal destes problemas é a perda de rendimento em celu-

lose, o que ocasiona um consumo maior de madeira por tonelada de celulose. O branqueamento e propriedades físico-mecânicas destas celuloses obtidas de madeira com teores variáveis de cancro são também influenciados negativamente. É porém possível se produzir celulose kraft de qualidade quase similar à de madeira sadia, quando a taxa de infestação de árvores no povoamento for inferior a 34%. Neste caso, o inconveniente que se terá será um maior consumo específico de madeira, com um acréscimo da ordem de 3% base consumo original de madeira sadia.

7. LITERATURA

FERREIRA, F.A.; REIS, M.S.; ALFENAS, A.C. & HODGES, C.S. — Avaliação da resistência de *Eucalyptus spp* ao cancro causado por *Diaporthe cubensis* Bruner. *Fitopatologia Brasileira* 2: 225 — 241, 1977

FOELKEL, C.E.B.; ZVINAKE-VICIUS, C. & ANDRADE, J.O.M. — Avaliação da qualidade da madeira de *Eucalyptus saligna* e *E. grandis* afetados por cancro. *O Papel*, São Paulo, 37 (12): 113 — 124, 1976

HODGES, C.S.; REIS, M.S. & MAY, L.C. — Duas enfermidades em plantações de essências florestais exóticas no Brasil. *Brasil Florestal*, 4 (15): 5 — 12, 1973

HODGES, C.S.; REIS, M.S.; FERREIRA, F.A. & HENFLING, J.D.M. — O cancro do eucalipto causado por *Diaporthe cubensis*. *Fitopatologia Brasileira* 1 (3): 129 — 162, 1976

8. AGRADECIMENTO

Um especial agradecimento é endereçado ao Eng.º Ftal. Aloir Rodrigues da Silva, da Florestas Rio Doce S.A. pelo empenho e dedicação na obtenção das amostras para os ensaios tecnológicos.

III Simpósio Regional do Rio de Janeiro

27 e 28 DE AGOSTO

CENTRO DE CONVENÇÕES DO
CLUBE DA AERONÁUTICA

PROMOÇÃO

ASSOCIAÇÃO REGIONAL DOS FABRICANTES DE PAPEL E CELULOSE DO SUDESTE

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE PAPEL E CELULOSE

ABCP — ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL

Programa:

Dia 27-08-81 — quinta-feira

14,00 hs. Solenidade de abertura: Getulio Lammartine de Paula Fonseca — Secretário Executivo do Conselho de Desenvolvimento Industrial — CDI — do Ministério da Indústria e do Comércio — “Desenvolvimento industrial do setor de papel e celulose”.

15,00 hs. H. Horácio Cherkassky — Presidente da Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose — “Panorama geral do setor de celulose e papel”.

16,00 hs. Abilio dos Santos — Presidente da Associação Brasileira dos Exportadores de Celulose — ABECEL — “As perspectivas de suprimento pelo Brasil de celulose de fibra curta, na década de 80”.

16,45 hs. Roberto Barreto Leonardos — Gerente Geral de Exportação da S.P.P. Nemo S.A. — “Papel com 100% de celulose de eucalipto — 10 anos de exportação”.

Dia 28-08-81 — sexta-feira

14,00 hs. Carlos Mauro S. Pinto — Companhia Federal de Fundação — “Aspectos técnicos e econômicos da reciclagem do papel”.

14,40 hs. Silvia Bugajer — Centro Técnico em Celulose e Papel — CTCP — do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. — IPT — “Misturas de pastas celulósicas de eucalipto e pinho na fabricação de papel”.

(cont. na pág. 53)

O PAPEL

único órgão oficial de divulgação de noticiário da
abc - associação técnica brasileira de celulose e papel
 De Utilidade Pública, pelo Decreto Nº 11091 de 12/1/78
 JULHO/1981

índice

RIO GRANDE DO SUL
 Controladoria de Imprensa e Comunicação
 N.º 0039 | Data: 9.03.83

MENSAGEM:

A Normalização no Setor de Celulose e Papel pág. 23

REPORTAGEM:

Inauguração de Duas Novas Fábricas da Aracruz pág. 25

TRABALHOS TÉCNICOS:

O Cancro do Eucalipto e sua Influência sobre a Qualidade da Celulose Kraft pág. 27

Turbair — Um Moderno Sistema de Vácuo para Economia de Energia, Água e Recuperação de Calor pág. 49

NORMA:

Determinação do Resíduo Sedimentável em Efluentes — Método do Cone Imhoff pág. 55

NOTICIÁRIO ABCP:

Notícias das Divisões Técnica, Ensino, Normas e Especificações, Associativa e Biblioteca pág. 59

NOTICIÁRIO NACIONAL:

Contrato CEF-Sepaco; Produção Nacional de Papel e Celulose; Relatório sobre Conservação de Energia; Redução de Poluição; Previsões para as Exportações deste ano; etc. pág. 75

NOTICIÁRIO DA ANAP pág. 79

NOTICIÁRIO INTERNACIONAL:

Livreto sobre o Uso de Bambu; Dados sobre Supercalandras; Produção de Papel na Suécia; Aumento dos Preços do Papel de Jornal; etc. pág. 85

XIV CONGRESSO ANUAL DA ABCP pág. 87

Este número contém 96 páginas