

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- a) Pelo fato das empreiteiras atingirem geralmente índices de produtividade menores que das equipes próprias, os quadros de análise apresentados conjuntamente, demonstram que, para efeito de cálculo do número de pessoas e de equipamentos, serão no mínimo igual aos apresentados.
- b) Os índices de produtividade das (3) três etapas analisadas, devem sofrer alterações principalmente em função da época do ano.
- c) Outras variáveis poderão alterar os índices de produtividade levando-se em conta que, poderá ser gasto maior número de horas trabalhadas, para atingir-se o mesmo volume.
- d) O número total de funcionários de cada etapa, foi calculado incluindo-se o trabalho de empreiteiras, observando-se a produtividade do pessoal próprio.
- e) Nos índices apresentados, não está incluída a mão-de-obra administrativa, ou seja, foi computado somente o pessoal operacional.

6. CONCLUSÕES FINAIS

- a) Através da análise realizada, buscamos conhecer, em uma época de maiores dificuldades para o trabalho florestal, a relação produção de madeira em estéreos com a produção em tonelagem de celulose.
- b) A produtividade no conjunto de todas as operações da exploração florestal, foi de 0,57 estéreo/homem/hora (quadro 4), (coluna 6).
- c) Para a realização do volume desejado que foi de 122.971 st, houve a necessidade da participação de 1.290 homens (quadro 4), (coluna 7).
- d) Para o atingimento da produção da fábrica de 800 toneladas de celulose/dia, com 1.290 pessoas na área de exploração florestal, é necessário alcançar a produtividade de: 0,62 ton. celulose/homem/dia e, 1,61 homem/ton. celulose (quadro 5), (colunas 5 e 7).
- e) Para o atingimento da produção de 4.200 st/dia, consumo necessário da fábrica com 1.290 pessoas, é necessário alcançar a produtividade de: 3,25 st/homem/dia e, 0,30 homem/st (quadro 5), (colunas 4 e 6).

DESIGNIFICAÇÃO KRAFT DA MADEIRA DE Eucalyptus microcorys

GONZAGA, J.V. - CREA 78358-D

BUSNARDO, C.A. - CREA 3730-P

FOELKEL, C.E.B. - CREA 3304-D

RIOCELL - Rio Grande Cia. de Celulose do Sul

0. RESUMO

Visando a caracterização da qualidade da madeira e celulose kraft não branqueada, foram ensaiadas madeiras de Eucalyptus microcorys, espécie introduzida na região de Dionísio, estado de Minas Gerais. Na época do abate, as árvores apresentavam a idade de 8 anos.

O processo utilizado para produção de celulose foi o processo kraft, com condições de cozimento pré-estabelecidas, de modo a proporcionar polpas com número kappa na faixa 19,0 a 1.

Os valores médios relativos à composição química e características anatômicas da madeira, bem como o processo de designificação, licores de cozimento e propriedades físico-mecânicas e óticas das polpas foram devidamente analisados.

Visando uma melhor avaliação dos resultados obtidos, foram calculados os valores médios referentes às propriedades físico-mecânicas e óticas das polpas Riocell produzidas em campanhas de 100% de E. saligna em período de 03 meses, os quais foram utilizados e identificados como "celulose referência" na interpretação dos resultados.

1. INTRODUÇÃO

O crescente desenvolvimento tecnológico industrial ocorrido nas últimas décadas propiciou à indústria de celulose atingir elevados índices de produtividade. Muitos países tornaram-se grandes exportadores de celulose. Em consequência disso, o mundo tem exigido um crescente desenvolvimento da produção de madeira para suprir este setor e os demais campos de sua aplicação. No Brasil, o gênero *Eucalyptus* tem se constituído em uma das principais fontes de matéria-prima de fibras curtas. Os conhecimentos acumulados, tanto no setor florestal como industrial, colocam hoje nosso país numa posição de destaque no panorama mundial de utilização de madeira do eucalipto para produção de celulose.

Apesar da grande diversidade de espécies adequadas para este fim, somente um pequeno número de espécies tem sido utilizado.

Entre as espécies tradicionais, são consideradas padrões, o *E. saligna* e *E. grandis*, para os quais foram incrementados os estudos silviculturais e tecnológicos nos últimos anos. Entretanto, devido estas espécies não se comportarem satisfatoriamente em regiões de climas específicos, nos últimos anos, surgiram trabalhos na literatura brasileira, procurando analisar a potencialidade das diferentes espécies de eucaliptos.

Dentro deste enfoque, o presente trabalho, pretende apresentar mais uma contribuição ao setor celulósico papelero, através da caracterização da madeira e celulose kraft da espécie *Eucalyptus microcorys*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Esta espécie compartilha com o *Eucalyptus saligna* a mesma área em Nova Gales do Sul e Queensland, na Austrália, e ambas, freqüentemente, ocorrem associadas. Sua madeira é excelente para serraria, postes e dormentes. Em Rio Claro, juntamente com *E. grandis*, *E. saligna* e *E. pilularis*, é uma das melhores espécies, quanto a incremento e forma. No entanto, são raros no Brasil, os plantios dessa espécie. Seu crescimento, inicialmente lento, aumenta depois de 12 anos. Em sua região de origem, vive em solos arenosos pobres (3).

Embora GOLFARI, em 1975, tenha afirmado ser essa espécie de lento desenvolvimento nos primeiros anos, no Brasil, na região de Viçosa, MG, o *E. microcorys* está apresentando incremento anual superior ao de outras espécies, como *E. pellita*, *E. pilularis*, *E. quadrangulata* e *E. tereticornis*, aproximando-se até do *E. urophylla* em incremento anual.

HILLIS (5) estudou as características das madeiras de *E. gummifera*, *E. calophylla* e *E. microcorys*, concluindo ser a madeira do último a mais viável para a produção de celulose.

BARRICHELO *et alii* (2) realizaram estudos da variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus* spp. Os resultados obtidos pelos autores, mostraram uma variação tipicamente decrescente para densidade básica no sentido base + topo para a espécie *E. microcorys*.

CONZAGA (4) estudou a qualidade da madeira e da celulose kraft de treze espécies de *Eucalyptus*. De acordo com os resultados obtidos pelo autor, a madeira de *E. microcorys* conduziu à produção de celulose de boa qualidade. O único problema apresentado pela espécie foi o incremento médio/ha.ano ligeiramente inferior aqueles obtidos para as espécies tradicionalmente usadas em escala comercial para as indústrias de celulose. Mesmo assim, o autor a caracterizou como sendo uma espécie bastante potencial para este fim.

BARRICHELO & BRITO (1) realizaram um estudo comparativo de madeiras de *E. saligna*, *E. grandis*, *E. pilularis*, *E. triantha*, *E. microcorys*, *E. gummifera*, *E. pellita* e *E. globulus*, visando a produção de celulose sulfato. Na época do abate, as árvores contavam com 10 anos de idade e eram provenientes de um ensaio de introdução e competição de espécies de eucalipto da Austrália e Portugal, instalado em áreas pertencentes à Cia Suzano de Papel e Celulose. A madeira de *E. microcorys* mostrou elevados valores de densidade básica, espessura da parede das fibras, índice de Runkel, e baixos consumos específicos para produção de 1 tonelada de celulose não branqueada.

3. MATERIAL, MÉTODOS E RESULTADOS

3.1. Material

O material usado nesta pesquisa faz parte de uma a-

mostra de madeira coletada por SOUZA *et alii* (6) em um povoamen-
to de *Eucalyptus microcorys* F. Muell, pertencente à Companhia A
grícola e Florestal Santa Bárbara (CAF) e localizado no municí-
pio de Dionísio, Minas Gerais. Na ocasião da coleta, o povoamen-
to apresentava as seguintes características:

espaçamento: 2 x 2 m;
diâmetro médio: 12,7 cm;
altura média: 12,7 m;
idade: 8 anos.

3.2. Métodos e resultados

Conforme relatado por SOUZA *et alii* (6) a seleção e
coleta das amostras foi realizada de acordo com as normas da Co-
missão Pan-Americana de Normas Técnicas, COPANT.

Foram utilizadas 50 árvores, abatidas em parcelas
escolhidas ao acaso, das quais foram amostrados discos de 2 em
2 metros, no sentido base + topo. Em adição, foram coletados dis-
cos na altura correspondente ao DAP. Em seguida, os discos fo-
ram seccionados em 4 partes iguais, utilizando-se duas partes
diametralmente opostas para a realização deste estudo.

A madeira, que se encontrava na forma de cunha, foi
transformada manualmente em cavacos, objetivando a obtenção de
cavacos com dimensões similares às que seriam obtidas por um pi-
cador industrial. Os nós observados e a serragem formada eram
previamente descartados durante a operação de picagem. A seguir,
os cavacos foram secos ao ar até aproximadamente 10% de umida-
de, e armazenados em sacos plásticos apropriados.

3.2.1. Determinação da densidade básica dos cavacos

A determinação da densidade básica dos cavacos foi
efetuada pelo método da balança hidrostática, e revelou um va-
lor de 0,631 g/cm³, correspondente à média de três determina-
ções isoladas.

3.2.2. Composição química da madeira

A madeira foi analisada no que diz respeito a: teor
de lignina, teor de holocelulose, teor de pentosanas, solubili-
dade em solução de NaOH 1% a quente, solubilidades em soluções

de NaOH a frio nas concentrações de 5, 8, 10 e 18%, e extrati-
vos em álcool-benzeno 1:2 e em diclorometano.

As análises químicas foram efetuadas em serragens
da fração 40/60, ou seja, a porção que passava na peneira de ma-
lha 40 (0,42 mm de diâmetro) e ficava retida na peneira de ma-
lha 60 (0,25 mm de diâmetro). As análises químicas foram reali-
zadas de acordo com a metodologia TAPPI, com exceção das deter-
minações do teor de holocelulose e das solubilidades em solu-
ções de NaOH a frio. A determinação do teor de holocelulose foi
efetuada através de sucessivas adições de clorito de sódio e á-
cido acético. As solubilidades em soluções de NaOH a frio foram
efetuadas segundo os procedimentos da SCAN.

Os valores médios relativos às determinações em du-
plicata para a análise química da madeira estão apresentados no
Quadro I.

QUADRO I - Análises químicas da madeira de *Eucalyptus microcorys*
F. Muell

ANÁLISES	RESULTADO, %
- Teor de:	
holocelulose	75,56
lignina	26,32
pentosanas	15,54
- Solubilidade em:	
NaOH 1% a quente	12,55
NaOH 5% a 20°C	7,54
NaOH 8% a 20°C	7,14
NaOH 10% a 20°C	6,90
NaOH 18% a 20°C	4,96
- Extrativos em:	
álcool-benzeno	2,09
diclorometano	0,77

3.2.3. Dimensões médias das fibras

Amostras representativas dos cavacos foram macera-
das pelo procedimento nítrico-acético. A seguir, foram confec-
cionadas lâminas para as determinações das seguintes dimensões
celulares: comprimento e largura das fibras e vasos, diâmetro

do lúmen e espessura da parede da fibra. As determinações de largura, diâmetro do lúmen e espessura da parede das fibras foram efetuadas pela utilização de ocular micrométrica, ao passo que as determinações de comprimento para as fibras e as dimensões dos elementos de vaso foram efetuadas pela técnica da microprojecção.

Os valores médios relativos às dimensões das fibras e vasos e as respectivas análises estatísticas encontram-se apresentados no Quadro II.

3.2.4. Relações fundamentais entre as dimensões das fibras

A partir das dimensões anatômicas individuais das fibras, as seguintes relações entre dimensões das fibras, julgadas de interesse para a produção de celulose, foram calculadas:

- índice de enfiletamento, definido como a relação entre o comprimento e a largura da fibra,
- coeficiente de flexibilidade, definido como a relação percentual entre o diâmetro do lúmen e a largura da fibra,
- fração parede, definido como a relação percentual entre a espessura da parede celular e o raio da fibra,
- índice de Runkel, definido como a relação entre duas vezes a espessura da parede celular e o diâmetro do lúmen,
- relação comprimento da fibra/espessura da parede celular.

Os resultados correspondentes às relações fundamentais entre as dimensões das fibras, estão apresentados no Quadro III.

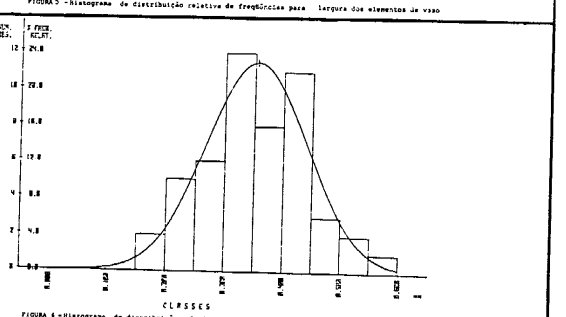
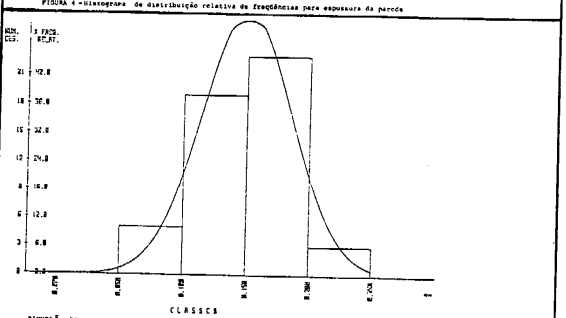
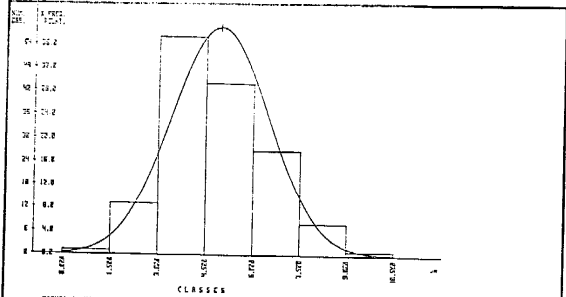
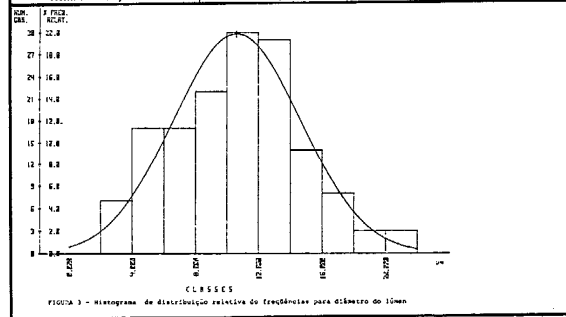
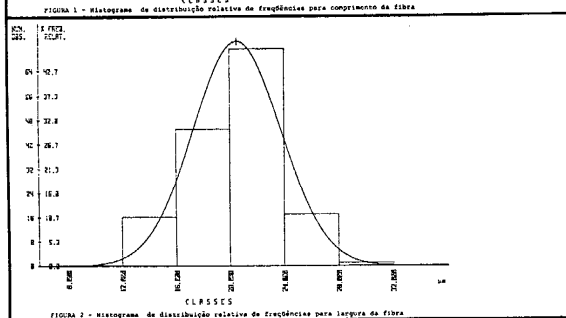
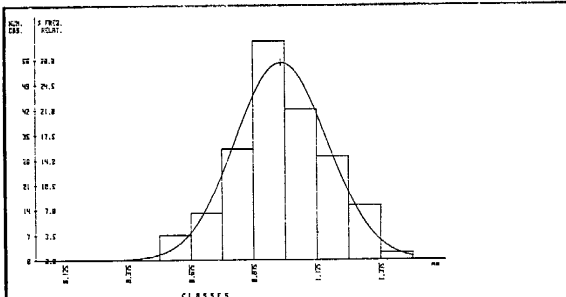
QUADRO II - Dimensões das fibras e elementos de vaso para a madeira de *E. microcorys* F. Muell

PARÂMETROS ANATÔMICOS DETERMINAÇÕES	FIBRA			VASOS	
	Comprimento, mm	Largura, μ m	Espessura da parede, μ m	Comprimento, mm	Largura, mm
Média	0,985	20,53	4,95	0,355	0,149
Desvio padrão	0,182	3,26	1,53	0,086	0,036
Coefficiente de variação, %	18,43	15,88	30,99	24,43	24,07
Valor máximo	1,396	29,67	9,77	0,582	0,214
Valor mínimo	0,560	13,80	1,49	0,181	0,071
Amplitude	0,836	15,87	8,28	0,401	0,143
Número de medições	200	150	150	50	50

QUADRO III - Relações fundamentais entre as dimensões das fibras

PARÂMETRO	VALOR
Índice de enfiletamento	47,98
Coefficiente de flexibilidade, %	51,73
Fração parede, %	48,22
Índice de Runkel	0,932
Relação comprimento/espessura	199

Objetivando uma melhor interpretação das características das fibras e elementos de vasos, foram confeccionados histogramas, nos quais são apresentadas as distribuições de frequências relativas às diferentes classes de dimensões dos elementos celulares. Tais histogramas estão apresentados nas Figuras 1 a 6.



3.2.5. Produção de celulose

Para a produção de celulose utilizou-se o processo kraft. Os cozimentos foram executados em digestor descontínuo e rotativo, de aço inoxidável, com capacidade de 20 litros, 2 a 3 rpm, aquecido eletricamente e dotado de termômetro e manômetro. A quantidade de cavacos utilizada em cada cozimento consistia no equivalente a 1500 gramas de madeira absolutamente seca.

As condições de cozimentos foram pré-estabelecidas de modo a se obter celulose com número kappa na faixa de $19,0 \pm 1$. Tendo em vista a reduzida quantidade de material, só foi possível a realização de uma única condição de cozimento, e a sua respectiva determinação em duplicata. As condições empregadas nos cozimentos são mostradas no Quadro IV.

QUADRO IV - Condições utilizadas para os cozimentos de *Eucalyptus microcorys* F. Muell

PARÂMETRO	CONDIÇÕES
Álcali ativo, % Na_2O	14,0
Sulfidez, %	20,62
Relação licor/madeira	4/1
Tempo até a temperatura máxima, minutos	90
Tempo à temperatura máxima, minutos	60
Temperatura máxima, $^{\circ}C$	170

Os reagentes químicos foram expressos em termos de Na_2O base madeira s.e. Os cozimentos foram efetuados utilizando-se o licor branco proveniente da área industrial, e na preparação do licor de cozimento, levava-se em consideração a umidade dos cavacos, adicionando-se água para complementação da relação licor/madeira.

Os licores residuais dos cozimentos foram analisados no que diz respeito a: pH, $NaOH$, Na_2S , Na_2CO_3 , álcali ativo, álcali efetivo, álcali total, teor de sólidos, teor de matéria-orgânica e teor de matéria-inorgânica. Os resultados obtidos, médios de determinações em duplicata, encontram-se no Quadro V.

780

QUADRO V - Valores individuais para as características dos licores residuais dos cozimentos da madeira de *Eucalyptus microcorys* F. Muell

PARÂMETRO	COZIMENTO	
	1	2
pH	12,5	12,6
$NaOH$, g/l como Na_2O	1,27	0,94
Na_2S , g/l como Na_2O	8,80	10,02
Na_2CO_3 , g/l como Na_2O	19,53	14,72
Álcali ativo, g/l como Na_2O	10,08	10,97
Álcali efetivo, g/l como Na_2O	5,67	5,95
Álcali total, g/l como Na_2O	29,60	25,69
Teor de sólidos, % base material seco	18,51	17,75
Teor de matéria orgânica, % base material seco	66,05	67,66
Teor de matéria inorgânica, % base material seco	33,95	32,34
Álcali ativo consumido base madeira, %	9,43	9,04

A fração sólida resultante em cada tratamento era passada por um refinador de discos para promover a individualização das fibras, sendo a seguir, perfeitamente lavada para remoção da alcalinidade residual.

Na fração sólida, efetuaram-se as determinações de rendimento bruto, rendimento depurado, teor de rejeitos, número kappa e viscosidade intrínseca. Também foram efetuadas determinações de solubilidades em soluções de $NaOH$ a frio nas concentrações de 5, 8, 10 e 18%, exceção feita às polpas do primeiro cozimento, em consequência deste material ter sido usado em sua totalidade nos testes de refino.

As análises químicas, com exceção às de solubilidades, foram efetuadas segundo os procedimentos da TAPPI. As respectivas solubilidades foram efetuadas segundo procedimentos da SCAN. Em adição, foram determinados os consumos de álcali ativo, expressos base madeira absolutamente seca.

Os valores médios, relativos a determinações em du-

781

plicata efetuadas para a fração sólida, estão apresentados no Quadro VI.

QUADRO VI - Valores individuais relativos às características das polpas de *Eucalyptus microcorys* F. Muell

PARÂMETRO	COZIMENTO	
	1	2
Rendimento bruto, %	47,03	48,33
Rendimento depurado, %	46,45	47,69
Teor de rejeitos, %	0,58	0,64
Número kappa	19,8	19,7
Viscosidade intrínseca, cm^3/g	908	907
Solubilidade em NaOH 5%, %	10,98	11,48
Solubilidade em NaOH 8%, %	-	11,86
Solubilidade em NaOH 10%, %	-	11,07
Solubilidade em NaOH 18%, %	-	6,54

3.2.6. Ensaios físico-mecânicos e óticos das polpas de *Eucalyptus microcorys* F. Muell

As polpas foram refinadas em um moinho centrífugo Jokro Muhle, 150 rpm, utilizando-se 16 gramas absolutamente secas por panela, a uma consistência de 6%. Utilizaram-se quatro níveis distintos de refino, a saber: polpa não refinada, e refina aos níveis de 25, 40 e 55 $^{\circ}$ SR (grau Schopper-Riegler), determinado de acordo com o método C-10/73 da ABCP. A seguir, foram confeccionadas folhas com gramatura ao redor de 60 g/m^2 , em um aparelho formador de folhas tipo TAPPI. As folhas destinadas aos testes foram acondicionadas durante 48 horas em ambiente climatizado, com condições de temperatura de $23 \pm 2^{\circ}C$ e umidade relativa de $50 \pm 2\%$, conforme metodologia TAPPI T 402 os-70.

A seguir, as folhas foram ensaiadas e os resultados calculados em conformidade com a norma TAPPI T 220 os-71 em termos de:

- tempo de moagem, expresso pelo número de revoluções necessárias para se atingir o grau de refino pré-estabelecido,

- resistência à tração, expressa pelo comprimento de auto-ruptura, em $gf.m/g$,
- resistência ao estouro, expressa como índice de estouro, em $gf/cm^2/g/m^2$,
- resistência ao rasgo, expressa como índice de rasgo, em $gf.m^2/100g$,
- resistência ao ar, determinada em porosímetro tipo Gurley e expressa como o tempo, em segundos, necessário para que um volume de 100 cm^3 atravesse uma folha com gramatura de 60 g/m^2 , em uma área de 6,45 cm^2 ,
- Alongamento, expresso pela porcentagem de alongamento sofrido pela tira de papel tracionada até a ruptura, em relação ao comprimento inicial da amostra em teste,
- densidade aparente das folhas, expressa em gramas por centímetro cúbico.

Visando uma melhor avaliação dos resultados, foram calculados os valores médios referentes às propriedades físico-mecânicas e óticas das polpas Riocell produzidas em campanhas de 100% de *E. saligna* em período de 03 meses, os quais foram utilizados e identificados como "celulose referência" na interpretação dos resultados.

Os resultados individuais relativos às propriedades físico-mecânicas e óticas das celuloses de *Eucalyptus microcorys*, e os médios relativos à "celulose referência", estão apresentados no Quadro VII.

QUADRO VII - Propriedades físico-mecânicas e óticas da celulose kraft da madeira de *Eucalyptus microcorys* F. Muell e "celulose referência" da madeira de *E. saligna*

AMOSTRA	PROPRIEDADES									
	OSR	Número de revoluções, 10 ³	Índice de trasp., gf/cm ²	Alongamento, %	Índice de trasp./cm ²	Índice de trasp./100g	Densidade, g/cm ³	Resistência ao ar, gf/100 cm ²	Alvura, OGE	
Cozimento 1	15	0	2.492	1,3	7,6	33,6	0,38	0,3	37,8	
	25	2,0	8.050	2,4	39,0	97,0	0,52	1,5	33,0	
	40	5,6	9.600	2,9	59,5	117,0	0,59	7,5	31,0	
	55	9,0	10.000	3,6	72,0	119,0	0,62	44,5	31,0	
Cozimento 2	15	0	2.603	1,0	7,8	31,5	0,36	0,3	37,5	
	25	1,2	6.500	2,0	38,0	87,0	0,48	1,5	35,0	
	40	3,1	8.300	2,4	65,0	110,0	0,61	12,0	32,0	
	55	4,6	10.500	3,0	77,0	108,0	0,63	47,0	31,0	
Celulose referência	16	0	1.795	1,5	7,1	42,3	0,44	0,5	35,1	
	25	1,2	6.782	2,6	41,8	106,4	0,55	2,8	32,9	
	40	4,1	9.700	3,7	72,9	131,2	0,63	20,7	30,3	
	55	7,2	10.671	4,5	89,1	128,5	0,68	95,6	27,8	

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÃO

A densidade básica média para a madeira de *Eucalyptus microcorys* F. Muell indicou valor relativamente superior às madeiras de eucaliptos utilizadas comercialmente como matéria-prima para a indústria de celulose. Dentre as características normalmente utilizadas para a avaliação do potencial de uma determinada espécie florestal como fonte de matéria-prima para a indústria de celulose e papel, a densidade básica da madeira é uma das mais importantes, e de mais fácil determinação. Sua determinação proporciona uma indicação da facilidade de produção de celulose para um dado grau de deslignificação, bem como pode indicar o comportamento de algumas propriedades físicas do produto acabado. Madeiras mais densas normalmente conduzem a maiores rendimentos volumétricos do processo, e maiores dificuldades de impregnação pelo licor de cozimento, resultando, como consequência, maiores dificuldades na deslignificação. Em adição, pressupõe-se a obtenção de celuloses com menores resistências ao arrebentamento e tração, maiores volumes específicos e maiores resistências ao rasgo.

A análise do Quadro I nos revela que os valores encontram-se dentro daqueles normalmente obtidos para as madeiras do gênero *Eucalyptus* nesta faixa de idade.

Os resultados apresentados no Quadro II e nas Figuras 1 a 6 indicam que os elementos anatômicos da madeira de *Eucalyptus microcorys* F. Muell apresentam potencial para a indústria de celulose.

Os valores médios para comprimento e largura das fibras mostram certa semelhança aos normalmente encontrados para outras espécies do gênero, enquanto que as espessuras das paredes das fibras são relativamente superiores, justificando portanto a mais elevada densidade desta madeira.

A espessura da parede celular da fibra apresenta influências bastante acentuadas durante a operação de refino da celulose. As fibras de paredes espessas, para um dado grau de refino, podem apresentar maiores dificuldades ao desfibrilamento, de modo que tendem a manter suas formas tubulares na estrutura do papel, resultando numa diminuição de certas propriedades de resistências. O objetivo do refino seria o desfibrilamento das fibras para aumento das ligações inter-fibras, com consequente aumento das propriedades físico-mecânicas, po-

rém ocorre, em paralelo, as ações de esmagamento e corte. Por estes motivos, o grau de refino deve ser controlado para que não haja a obtenção de material com características gelatinosas, o que acarretaria como consequência direta, diminuições de certas propriedades físico-mecânicas. O ideal para a operação de refino seria que a madeira apresentasse fibras longas e de paredes espessas. A ocorrência de fibras com paredes espessas é uma propriedade da madeira de *E. microcorys* F. Muell, ao passo que, a obtenção de fibras de maior comprimento poderá ser conseguida lentamente através de seleção e melhoramento genético, dada a faixa de variação de suas dimensões.

As dimensões dos vasos, apresentadas nas Figuras 5 e 6, estão dentro das faixas encontradas em outras espécies de eucaliptos.

As relações fundamentais entre as dimensões das fibras mostram valores de fração parede e índice de Runkel relativamente elevados, enquanto os valores correspondentes a coeficiente de flexibilidade se mantiveram abaixo da média, quando comparados aqueles normalmente obtidos com as madeiras das espécies tradicionais na indústria de celulose.

A análise do Quadro V nos revela que os valores dos parâmetros analisados encontram-se dentro do esperado. Praticamente não foram constatadas diferenças significativas entre os valores dos parâmetros referentes às análises dos licores residuais. Esta ocorrência é perfeitamente admissível, considerando-se o fato de que as condições utilizadas nos cozimentos foram as mesmas. As pequenas variações dos resultados são reflexos das próprias características da madeira, a qual é uma substância heterogênea, proporcionando dessa forma a obtenção de um licor negro residual de composição bastante complexa. Os resultados da análise do licor residual do cozimento nº 2 evidenciaram um álcali ativo residual ligeiramente superior quando comparado ao correspondente do cozimento nº 1. Situação oposta foi observada para os resultados das análises do álcali total destes licores, onde o licor referente ao cozimento nº 1, apresentou maior valor. Tais resultados podem ser explicados, pressupondo-se que durante o cozimento nº 1, as reações ocorreram de modo a consumir um maior teor de álcali ativo, o que propiciou a elevação do teor de matéria orgânica do licor. Uma provável degradação da matéria orgânica proporcionou a liberação de CO_2 ,

o qual reagindo com o álcali residual, contribuiu para a elevação do teor de Na_2CO_3 , no licor residual, e conseqüentemente, o teor de álcali total.

Os valores encontrados para teores de sólidos, matéria orgânica e matéria inorgânica estão dentro do esperado. O valor ligeiramente superior para teor de sólidos, encontrado para o licor residual do cozimento nº 1, pode ser explicado considerando-se que o maior consumo de álcali ativo base madeira neste tratamento, tenha contribuído para uma maior remoção de carboidratos, compostos esses que quando dissolvidos, são incorporados ao licor de cozimento. Com relação aos teores de matéria orgânica, seria de se esperar que o cozimento nº 1 proporcionasse um valor mais elevado. Entretanto, tal situação não ocorreu devido ao maior teor de carbonato de sódio no licor residual do cozimento nº 1, o qual contribuiu para elevar o teor de matéria inorgânica deste tratamento.

A análise do Quadro VI permite observar que a madeira de *E. microcorys* F. Muell mostrou rendimento em celulose ligeiramente inferior àqueles apresentados pelas espécies tradicionalmente usadas como matéria-prima para a indústria de celulose. Embora não tenham sido constatadas diferenças significativas para os rendimentos em celulose entre os dois cozimentos, observou-se que o cozimento nº 1 apresentou um menor valor. Este fato pode ser explicado como sendo reflexo do maior consumo de álcali ativo base madeira, o qual proporcionou uma remoção ligeiramente mais acentuada de carboidratos no cozimento nº 1.

Relativamente aos resultados para viscosidade e número kappa, as diferenças dos valores absolutos são desprezíveis, de modo que podem ser perfeitamente considerados como sendo iguais. Os valores de solubilidades das polpas em soluções de $NaOH$ a frio nas concentrações de 5, 8, 10 e 18%, referentes ao cozimento nº 2, estão dentro dos padrões para celuloses produzidas em escala industrial pela Riocell. Não foram possíveis as determinações dos valores de solubilidades em soluções de $NaOH$ a frio nas concentrações de 8, 10 e 18%, para as polpas obtidas pelo cozimento nº 1, devido ao fato deste material ter sido totalmente utilizado por ocasião do refino.

O valor de solubilidade em $NaOH$ 5% para a polpa referente ao cozimento nº 1 evidencia a maior remoção de hemicelulose neste cozimento quando comparado ao cozimento nº 2.

A avaliação das propriedades físico-mecânicas e óti cas das celuloses produzidas foi efetuada através de comparações entre os dois tratamentos e a celulose referência. Pelos resultados apresentados no Quadro VII, as seguintes observações podem ser efetuadas:

- A celulose referente ao cozimento nº 1 necessitou um maior número de revoluções do moinho Jokro-Muhle para atingir um mesmo grau de refino, quando comparada à celulose referência. Situação contrária ocorreu com a celulose referente ao cozimento nº 2, a qual refinou-se muito mais facilmente que as outras.

Pressupõe-se que a maior dificuldade de refino para a celulose obtida pelo cozimento nº 1 tenha sido reflexo de uma maior remoção de hemiceluloses desta polpa por ocasião do cozimento. O teor de hemiceluloses na polpa auxilia no refino devido às características de plasticidade das próprias hemiceluloses.

- A celulose não refinada de *E. microcorys* F. Muell, apresentou maior resistência à tração quando comparada com a celulose referência, porém, com a ação do refino, a partir de 40^oSR, a celulose referência apresentou maiores valores para esta propriedade.

Quando comparados os dois tratamentos, observou-se que para a celulose não refinada e no grau de refino correspondente a 55^oSR, a polpa referente ao cozimento nº 2 apresentou maiores valores. Situação oposta ocorreu quando foram comparados os graus de refinamentos intermediários. Provavelmente, este comportamento distinto das polpas obtidas pelos dois cozimentos, deve ser atribuído aos teores residuais de hemiceluloses das mesmas. Observe que para a polpa obtida pelo cozimento nº 2, os valores de tração aumentam proporcionalmente com o grau de refino, o qual, neste caso específico, deve ser função direta do teor de hemiceluloses que contribuem para uma melhor ligação entre as fibras.

- Maiores valores para alongamento foram observados para a celulose referência. Embora não tenham sido constatadas diferenças significativas entre os valores encontrados para as polpas obtidas nos dois cozimentos, observou-se que as polpas refe

rentes ao cozimento nº 1, superaram as correspondentes do cozimento nº 2 no que diz respeito a esta propriedade.

- Com relação ao índice de estouro, observou-se que os valores mostraram um comportamento semelhante aos apresentados pela resistência à tração. Isto é perfeitamente admissível, considerando-se que estas duas propriedades são relativamente correspondentes.

- Valores mais elevados para resistência ao rasgo foram observados para a celulose referência. Com relação aos dois cozimentos, observou-se que a polpa obtida pelo cozimento nº 1 superou, em todos os graus de refino, a polpa referente ao cozimento nº 2. Pressupõe-se que a pequena diferença no teor de lignina residual entre as duas polpas, associada ao provável menor teor de hemicelulose da polpa obtida pelo cozimento nº 1, tenha contribuído para este resultado. Um maior teor de lignina residual, associado a um menor teor de hemiceluloses, normalmente fornecem uma maior rigidez às fibras, elevando a resistência ao rasgo pela maior resistência intrínseca das mesmas.

- Maiores valores para densidade aparente foram observados para a celulose referência. A polpa obtida no cozimento nº 2 apresentou maior valor quando comparada à polpa referente ao cozimento nº 1 para os dois últimos graus de refino, evidenciando a melhor capacidade de ligações inter-fibras.

- Maiores valores para resistência à passagem de ar foram apresentados pela celulose referência. A polpa obtida pelo cozimento nº 2 apresentou maiores valores quando comparada à polpa referente ao cozimento nº 1. Tais resultados evidenciaram uma melhor ligação entre as fibras o que refletiu em uma melhor compactação das folhas.

- Com relação à alvura, observou-se que a celulose referência apresentou menores valores em todos os graus de refino. As pequenas discrepâncias encontradas entre os dois cozimentos foram não significativas.

Torna-se difícil uma avaliação definitiva da qualidade da celulose e da madeira da espécie *E. microcorys* F. Muell,

tendo-se em vista a reduzida quantidade de cavacos para os testes, os quais possibilitaram a realização de apenas uma condição de cozimento em duplicata. Mesmo assim, os resultados obtidos foram de grande valia, através dos quais podem ser emitidas as seguintes conclusões:

1. A espécie *E. microcorys* F. Muell merece ser estudada no que diz respeito a melhoramento genético florestal, pois apresentou características anatômicas animadoras.
2. Sua madeira apresenta características químicas e anatômicas que possibilitam a sua utilização como matéria-prima para a indústria de celulose.
3. O rendimento em celulose e as suas propriedades físico-mecânicas são inferiores às obtidas com polpas industriais de *Eucalyptus saligna*.

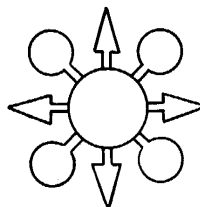
5. LITERATURA CITADA

1. BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O. Celulose sulfato de madeiras de diferentes espécies de eucalipto. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4º, Belo Horizonte, 1982. Anais. São Paulo, 1983. p.734-8.
2. BARRICHELO, L.E.G., BRITO, J.O. & MIGLIORINI, A.J. Estudo da variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus* spp. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4º, Belo Horizonte, 1982. Anais. São Paulo, 1983. p.726-731.
3. GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento. Belo Horizonte, Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1975. 65p. (PNUD/FAD/IBDF-BRA/71/545. Série técnica, 3).
4. GONZAGA, J.V. Qualidade da madeira e da celulose kraft de treze espécies de *Eucalyptus*. Viçosa, U.F.V./Imprensa Universitária, 1983. 119p. (Tese M.S.).

5. HILLIS, W. Properties of eucalypt wood of importance to the pulp and paper industry. *Appita*, 26(2): 117, sept. 1972.

6. SOUZA, A.P., LUCIA, R.M.D. & REZENDE, G.C. Estudo da densidade básica da madeira de *Eucalyptus microcorys* F. Muell, cultivado na região de Dionísio, Minas Gerais. *Revista Árvore*, 3(1): 16-27, 1979.

C747.5
v. 3



ANAIS

5º CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL

17 a 22 de setembro de 1984

NOVA PRATA · RS

VOLUME III

PROMOÇÃO:
SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA
PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA PRATA

Rio Grande - Cia. de Informática
Control de Informação e Documentação
BIBLIOTECA



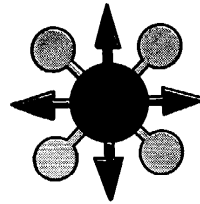
Há 126 anos
o **SISTEMA FINANCEIRO
SULBRASILEIRO**

multiplica a solidez de
um importante binômio:

**Trabalho e Confiança
em nossa gente.**

SISTEMA FINANCEIRO
Sulbrasileiro

Muito Perto de Você.



5º CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL

ANAIS

VOLUME III



17 a 22 de setembro de 1984.
NOVA PRATA · RS

5) (061. 3. 055. 5)



GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA
PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA PRATA