



34º Congresso Anual de Celulose e Papel
34th Annual Pulp and Paper Meeting
22 a 25 de Outubro de 2001 / October 22nd – 25th, 2001

Efeito da quantidade de extrativos e da acessibilidade do licor na polpação kraft de clones de Eucalyptus

Effect of extractives amount and liquor accessibility on Eucalyptus kraft pulping

José Mauro de Almeida
Deusanilde de Jesus Silva
(Logos Química Ltda.)



Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel
Rua Ximbó, 165 – Acimação CEP 04108-040 - São Paulo / SP – Brasil
Fone: (11) 5574-0166 - Fax: (11) 5571-6485 / 5549-1844 E-mail: expo@abtcp.com.br

EFEITO DA QUANTIDADE DE EXTRATIVOS E DA ACESSIBILIDADE DO LICOR NA POLPAÇÃO KRAFT DE CLONES DE *Eucalyptus*

José Mauro de Almeida¹

Deusanilde de Jesus Silva²

¹Eng. Florestal, M.Sc., D.Sc. e ²Eng. Químico, M.Sc., estudante de doutorado da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Ambos Consultores da Logos Química Ltda – Barueri – SP - BRASIL

RESUMO

Foram estudados os efeitos da quantidade de extrativos e da acessibilidade do licor de cozimento para madeiras de eucalipto. Esses efeitos foram quantificados considerando o mesmo nível de deslignificação das polpas.

Os resultados mostraram que o efeito no consumo de álcali em razão de acessibilidade de licor na estrutura da madeira foi superior ao efeito no consumo referente aos extrativos. O efeito da acessibilidade do licor na estrutura da madeira foi significativo, sendo este intensificado com a redução do número kappa da polpa.

Palavras-chave: Eucalipto, extrativos, acessibilidade e estrutura da madeira.

SUMMARY

The extractives amount and liquor accessibility effects in kraft delignification of *Eucalyptus* clones were verified in this study. These effects were quantified at the same kappa number level. Results showed that there was significant liquor accessibility in the wood structure. This effect is intensified with kappa number decrease.

Key words: Eucalyptus, extractives, accessibility and wood structure.

I - INTRODUÇÃO

A concorrência internacional tem incrementado a demanda por produtos com qualidade superior a preços mais competitivos promovendo consolidação e ampliação de mercados para indústrias de melhores desempenhos. O Brasil, como os demais grandes produtores mundiais de celulose, considerando o elevado interesse econômico envolvido, tem procurado incrementar pesquisas visando aprimorar conhecimentos relacionando matéria-prima com processo e produto.

Vários trabalhos têm procurado estabelecer parâmetros que associem características tecnológicas da madeira, incorporados ao processo de seleção de clones, com rendimento e qualidade de produto (1-6).

A associação de características químicas na pré-seleção de matéria-prima para produção de polpa tem sido realizada (7). A densidade básica da madeira também tem sido considerada fator importante pois está relacionada à produtividade do digestor (8)

além de apresentar boa herdabilidade (9-11). Segundo Davidson, citado por SHIMOYAMA (12), a densidade básica é pouco influenciada pela composição química da madeira.

A maior concentração de lignina ocorre na lamela média decrescendo para o interior da fibra onde a concentração de carboidratos (celulose e hemiceluloses) se torna superior (13).

KERR e GORING (14) verificaram que a degradação das fibras pelo álcali ocorre no sentido lúmen/lamela média. Esta degradação se dá, basicamente, em razão da remoção de hemiceluloses, liberando espaços para que fragmentos de lignina e mesmo de celulose sejam solubilizados.

A composição química, as dimensões e a distribuição dos elementos celulares, compondo a estrutura anatômica da madeira, são fatores essenciais e que contribuem com as características de qualidade resultantes após seu processamento.

Na produção de polpa kraft há forte interferência da matéria-prima, dentre outros aspectos, através da carga alcalina utilizada, com efeitos diretos no rendimento gravimétrico depurado. Cargas alcalinas efetivas mais elevadas, mantidas as demais condições, contribuem para o aumento das cinéticas de reações com os constituintes químicos da madeira, algumas dessas indesejáveis.

Mesmo conhecendo a composição química da madeira, é difícil se prever, com razoável precisão, seu comportamento durante a polpação, pois os componentes se encontram arrançados de forma complexa. A acessibilidade aos constituintes anatômicos da madeira influencia no comportamento durante a polpação (penetração e difusão de licor e de material solubilizado). Neste caso, tanto os fatores químicos, quantidade e qualidade, quanto os topoquímicos, acessibilidade, são considerados relevantes no processo de individualização das fibras.

Várias são as reações que ocorrem com os constituintes da madeira ao longo das etapas do processo.

Quando a madeira é transformada em polpa por processos químicos alcalinos, o hidróxido de sódio é consumido por reações com os constituintes da madeira: lignina; carboidratos; ácidos orgânicos e vários tipos de extrativos presentes na madeira. A quantidade de hidróxido de sódio consumida pela lignina e pelos carboidratos é dependente das condições de polpação. Já os extrativos acídicos e polifenólicos reagem rapidamente com o hidróxido de sódio, assim, a quantidade de álcali disponível para deslignificação é, em parte, reduzida (15). Por outro lado, os extrativos insaponificáveis, os quais estão presentes em quantidade relativamente elevada em madeira de folhosa, permanecem quimicamente inalterados.

O teor de extrativos também tem sido considerado um parâmetro importante na seleção de madeira para produção de polpa. Algumas empresas têm considerado o teor de extrativos solúveis em diclorometano como um indicador de qualidade da madeira, embora a sua herdabilidade ainda esteja sendo estudada.

Segundo PACINI (22), após realizar um balanço dos extrativos de madeira de eucalipto na etapa de cozimento, a maior parte removida nessa etapa foi a dos saponificáveis. A parte da fração saponificável dos extrativos não removida foi atribuída ao efeito topoquímico. O autor discutiu a possibilidade de que essa fração não teria sido acessível pelo licor alcalino durante o cozimento.

Segundo GARDNER e HILLIS (15), os extrativos são componentes da madeira não pertencentes à parede celular, de baixo ou médio peso molecular, extraídos em água e ou solventes orgânicos neutros.

Para madeira de folhosa, a maior parte dos extrativos situa-se no interior de células de parênquima. Essas células se caracterizam por apresentarem dimensões muito reduzidas quando comparadas às dimensões das fibras como se verifica no caso de eucalipto. Após processamento da madeira, essas células constituem a maior parte dos finos da polpa.

Na madeira de folhosa, a condução de líquidos no sentido longitudinal é realizada principalmente através dos elementos de vasos. Na direção radial, o transporte é realizado, principalmente, por células parenquimáticas. A diferenciação das células de parênquima para o interior dos elementos de vasos através dos orifícios de comunicação, devido ao diferencial de pressão estabelecido entre essas duas células, da origem às tiloses. Essa diferenciação é mais freqüente no cerne da madeira, aonde a condução de líquido através dos vasos se torna mínima. A presença de tiloses no interior dos vasos de madeira de folhosa pode afetar, negativamente, na penetração de líquidos, dificultando a penetração dos reagentes químicos de polpação na estrutura da madeira.

A quantidade de extrativos totais em madeira de eucalipto se encontra na faixa de 2 a 4% (21), sendo a fração mais apolar, solúvel em éter ou em diclorometano, por exemplo, situada em torno de 0,3%, variando com a espécie (22 - 23). De acordo com os resultados alcançados por estes autores, a relação entre as frações saponificável/insaponificável se encontra em torno de um. Podendo esse valor variar dependendo da espécie, época do ano, tempo de estocagem entre outros fatores.

Com relação à caracterização qualitativa e quantitativa dos extrativos para madeiras, oriundas de processo de melhoramento, utilizadas atualmente na indústria de celulose, são poucos os trabalhos que contemplam tal informação. Informações dessa natureza se tornam mais restritas no que diz respeito às madeiras utilizadas no Brasil com essa finalidade.

Os extrativos da madeira, embora se apresentem em quantidades pequenas, podem exercer influência negativa durante o processo de produção de polpa e de fabricação de papel. A remoção de maior quantidade possível desses constituintes da madeira na etapa de polpação torna-se um aspecto favorável no sentido de minimizar problemas processuais relativos aos extrativos, denominados de pitch.

A saponificação dos ácidos graxos e ésteres durante a etapa de cozimento é de importância fundamental na solubilização do material lipofílico através das micelas de sabão formadas (20) e, de certa forma, contribuindo positivamente para a remoção de parte dos extrativos insaponificáveis.

Atualmente, em razão principalmente do aumento do grau de fechamento de circuito de água das fábricas de celulose, pode-se verificar aumento da concentração de substâncias indesejáveis no sistema. Como consequência, o aparecimento de extrativos na forma de depósito ou de sujeira, tem se tornado mais comum e, com isso, a necessidade de se adotar programas de controle. O favorecimento à remoção dessas substâncias nas etapas mais alcalinas, direcionando-as para o sistema de recuperação é um procedimento que pode ser adotado no sentido de minimizar problemas em etapas posteriores com os extrativos.

Outro fator considerado importante para um bom desempenho na polpação da madeira diz respeito à estrutura anatômica.

Para alguns autores a anatomia da madeira influi na produção de polpa bem como no potencial de conformabilidade das fibras na estrutura do papel; devendo ser considerada na seleção de matéria-prima. Stone, citado por RYDHOLM (16), concluiu que na madeira primavera o diâmetro do lúmen é maior, a espessura de parede é menor e mais pontuada, sendo assim de mais fácil penetração que a madeira de verão. Na madeira saturada não há forma de o licor penetrar, logo a entrada dos reagentes de deslignificação se dá por difusão (17). A difusão é um processo lento em comparação ao fluxo de líquidos e somente pode operar a curtas distâncias durante o tempo de cozimento, sendo, entretanto, vital para a uniformidade do cozimento de folhosas (16). Wardrop, citado por BAMBER (18), revela que a penetração de líquidos na madeira de eucalipto ocorre inicialmente ao longo dos vasos. O movimento lateral ocorre preferencialmente por meio das células radiais e então através de outros tecidos. Após penetrar no lúmen das células, há difusão do licor de cozimento na parede celular. Este autor sugere que isto ocorre do lúmen através da parede secundária e então pela zona da parede primária/lamela média, e, ou, ao longo da lamela média através da pontuação da membrana. Nas fibras de eucalipto a permeabilidade é muito restrita pela forma e tamanho da abertura das pontuações. A difusão se dá nas três direções, sendo afetada pela composição do licor, não se notando diferenças sensíveis na difusão de íons para madeiras de qualidades diferentes (17).

ALMEIDA e SILVA (28) sugeriram a adoção de dados morfológicos de fibras de eucalipto como parâmetros de seleção para programas de melhoramento.

É possível melhorar a penetração do licor de cozimento na madeira, melhorando sua acessibilidade, quanto a remoção de substâncias hidrofóbicas, com o auxílio dos agentes redutores de tensão superficial e, ou, outros surfactantes. A literatura, em condições laboratoriais, mostra efeitos favoráveis na deslignificação, no teor de rejeitos e no teor de extrativos apolares, com a utilização dessas substâncias. Trabalhos contendo resultados industriais confirmando a atuação favorável dessas substâncias também podem ser encontrados na literatura (24-27).

A etapa de impregnação da madeira é de tamanha importância que, tecnologias de polpação mais recentes, a considera separadamente, visando melhorar a seletividade do processo.

Considerando a importância dos extrativos e das dimensões de fibras tanto no processo de produção de celulose como no produto oriundo da polpa, o presente trabalho foi realizado de formas a se obter dados que permitissem inferir com relação ao efeito da quantidade de extrativos e da acessibilidade do licor na polpação kraft de clones de *Eucalyptus*.

II - MATERIAIS E MÉTODOS

II – 1. MATERIAIS

Foram utilizadas amostras representativas de duas madeiras sob a forma de toretes. Essas amostras foram coletadas em alturas correspondentes a 0, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial de dois clones de *Eucalyptus* híbridos (*urograndis*). Os toretes foram convertidos a cavacos por meio de picador semi-industrial.

II – 2. MÉTODOS

A caracterização química das amostras baseou-se nas normas TAPPI (19) pertinentes.

A densidade básica determinada, após a transformação das amostras em cavacos em picador semi-industrial, por método de imersão. As dimensões de fibras foram determinadas, após sua individualização por meio de tratamento nítrico-acético, com o auxílio de microscópio óptico de projeção.

Os cozimentos kraft convencionais foram realizados em digestor rotativo laboratorial, em dois níveis de deslignificação para números kappa $16 \pm 0,5$ e $19 \pm 0,5$; para ambas matérias-primas, em delineamento inteiramente casualizado com nove repetições.

Foram realizados cozimentos preliminares para determinação das cargas alcalinas necessárias. Relação licor/madeira 4/1, sulfidez 25%, tempo de elevação de temperatura de 90 minutos, tempo à temperatura de cozimento de 45 minutos e temperatura de cozimento 170°C .

Foram medidos o rendimento gravimétrico depurado e o álcali efetivo residual. Para determinação do álcali residual, tomou-se alíquota de 10mL de licor negro, adicionou-se 20mL de BaCl_2 10% e 20mL de água destilada submetendo-se a centrifugação por 5 minutos. Alíquota de 10mL do sobrenadante foi titulada com HCl 0.1N até pH 8,3 anotando-se o volume gasto (V). O álcali efetivo (AE), em gramas/litro, expresso como NaOH, sendo N a normalidade do HCl, foi calculado de acordo com a Equação 1.

$$\text{AE} = 20 \times N \times V$$

[Equação 1]

O álcali consumido foi calculado pela diferença entre o álcali efetivo aplicado e residual, expressos em porcentagem com base na madeira absolutamente seca (a.s.), como NaOH.

Para avaliar o efeito de teor de extrativos no consumo de álcali, amostras, com e sem extrativos, das duas matérias-primas, sob a forma de serragem, foram submetidas a tratamento com solução de NaOH, à temperatura ambiente, com uma carga fixa de álcali efetivo de 17,94% base madeira a.s., mantidas durante 60 minutos sob atmosfera de nitrogênio à 700 kPa. Foi mantida relação licor/madeira 40/1 permitindo disponibilidade de licor para realização de análises de álcali residual. Para cada repetição, foi realizada amostra em branco da solução juntamente com as amostras de madeira. Os teores residuais de NaOH foram determinados por titulação com solução padronizada de HCl. Todos os tratamentos foram realizados com seis repetições em delineamento inteiramente casualizado.

A avaliação do efeito de acessibilidade foi realizada comparando-se o consumo de álcali da madeira sob a forma de cavacos em relação à madeira sob a forma de serragem.

A relação volume interno médio de lúmen por área interna média de parede de fibra foi calculada conforme proposto por ALMEIDA e SILVA (28).

Foi utilizado o software SAEG para as análises estatísticas.

III - RESULTADOS E DISCUSSÕES

III.a – Resultados de composição química e densidade básica das madeiras

No Quadro 1 pode-se observar os resultados médios de composição química das amostras das duas madeiras utilizadas no estudo. A análise estatística não mostrou diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, exceção feita ao teor de extrativos totais que é superior cerca de 2,82 vezes na Madeira-2 em relação à Madeira-1.

Quadro 1- Composição química e densidade básica (Db) das madeiras

Amostra	Composição química			Db kg/m ³
	Extrativos totais, %	Lignina total, %	Pentosanas %	
Madeira-1	1,05 a	24,93 a	13,08 a	513 a
Madeira-2	2,98 b	25,48 a	13,07 a	482 b

OBS.: As médias, comparadas dentro de cada coluna, seguidas pelas mesmas letras, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

As densidades básicas das madeiras estudadas apresentaram diferença estatisticamente significativa, embora com valores práticos próximos (Quadro 1).

III.b – Resultados de dimensões de fibras

Os resultados referentes às dimensões médias de fibras estão apresentados no Quadro 2. Esses resultados mostram diferenças estatisticamente significativas nos diâmetros de fibra e de lúmen.

Quadro 2 – Dimensões médias de fibras para as duas amostras de madeiras

Amostra	Dimensões médias de fibras			
	Comprimento , mm	Diâmetro de fibra, mm	Diâmetro de lúmen, mm	Espessura de parede, mm
Madeira-1	1,17 a	21,34 a	11,07 a	5,13 a
Madeira-2	1,18 a	19,89 b	9,45 b	5,22 a

OBS.: As médias, comparadas dentro de cada coluna, seguidas pelas mesmas letras, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

III.c – Resultados de cozimentos

Os resultados médios de cozimento dos cavacos dos dois clones de eucaliptos em dois diferentes níveis de deslignificação se encontram apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Resultados médios dos cozimentos, álcalis efetivos (AE) aplicados, residuais e consumidos, expressos em % da madeira a. s., como NaOH, rendimento depurado, e respectivos números kappa

Parâmetro	Nível de deslignificação alto		Nível de deslignificação baixo	
	Madeira-1	Madeira-2	Madeira-1	Madeira-2
AE aplicado, %	17,94	21,88	15,63	17,94
AE residual, %	3,22	4,25	2,14	2,36
AE consumido, %	14,72 c	17,63 a	13,49 d	15,58 b
Rendimento depurado, %	53,9 b	50,7 d	55,2 a	52,0 c
Nº kappa	16,3 b	15,9b	18,7 a	19,2 a

OBS: As médias, seguidas pelas mesmas letras, dentro de uma mesma linha, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey .

Por outro lado, os resultados de consumo de álcali das madeiras, sob a forma de serragem, são apresentados no Quadro 4.

O consumo de álcali por parte dos extrativos para cada madeira, calculado pela diferença entre os consumos médios das madeiras com e livre de extrativos, também se encontra apresentado no Quadro 4. Sendo fixo o teor de extrativos para cada amostra de madeira e considerando que estes contribuem para o consumo de álcali logo nas fases iniciais de polpação, é razoável assumir que este consumo seja também fixo, independentemente do nível de deslignificação desejado.

III.d – Efeito do teor de extrativos

Os resultados de consumo de álcali associado aos extrativos estão mostrados no Quadro 4.

Comparando-se as duas matérias-primas livres de extrativos (Quadro 4), observa-se que não houve diferença estatisticamente significativa em consumo de álcali entre as mesmas, 2,85% e 2,94%, respectivamente, para as madeiras 1 e 2. Isso permite concluir que para madeiras com composições muito próximas não mostram diferenças no consumo de álcali.

Por outro lado, para as madeiras com extrativos, houve diferença estatisticamente significativa para o álcali efetivo consumido, 3,40% e 3,71%, respectivamente, para as madeiras 1 e 2. Considerando o fato de que a acessibilidade na madeira sob forma de serragem é máxima, o efeito da presença de extrativos no consumo de álcali pode ser quantificado. Chegou-se a 0,55% e 0,77% expressos como NaOH, base madeira a.s., respectivamente para as madeiras 1 e 2. Esse consumo não reflete diretamente os respectivos teores quantitativos nas madeiras (Quadro 1), pois a Madeira-2 possui, aproximadamente, três vezes mais extrativos que a Madeira-1, mostrando um provável efeito da composição química destes extrativos.

Quadro 4 - Álcalis efetivos aplicados, residuais, consumidos pelas madeiras e consumidos pelos extrativos nos testes com serragem

Álcali efetivo (% base madeira a.s. – como NaOH)	Madeira-1		Madeira-2	
	Com extrativos	Livre de extrativos	Com extrativos	Livre de extrativos
Aplicado	17,94	17,94	17,94	17,94
Residual	14,54 b	15,09 a	14,23 c	15,00 a
Consumido	3,40 b	2,85 c	3,71 a	2,94 c
Consumido por extrativos	0,55		0,77	

OBS: As médias seguidas da mesma letra, comparadas em linha, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

III.e – Efeito de acessibilidade

Os resultados de efeito de acessibilidade estão condensados no Quadro 5.

Quadro 5 – Resultados condensados de efeitos de acessibilidade

Álcali efetivo (% base madeira a.s. – expresso como NaOH)	Nível de deslignificação alto		Nível de deslignificação baixo	
	Madeira-1	Madeira-2	Madeira-1	Madeira-2
Aplicado	17,94	21,88	15,63	17,94
Residual	3,22	4,25	2,14	2,36
Total consumido	14,72 c	17,63 a	13,49 d	15,58 b
Consumido por extrativos	0,55a	0,77b	0,55a	0,77b
Consumido descontando extrativos	14,17b	16,86d	12,94a	14,81c

Consumido por diferença de acessibilidade	2,69	1,87
--	------	------

OBS: As médias, seguidas pelas mesmas letras, dentro de uma mesma linha, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey .

Considerando a mesma carga alcalina aplicada (17,94%), não houve consumo equivalente de álcali entre as duas matérias-primas trabalhadas na forma de cavacos, apesar de essas apresentarem mesma composição química e densidade básica muito próximas, ocorrendo maior consumo de álcali por parte da Madeira-2. Este consumo, quando convertidas as madeiras em serragem, e descontado o efeito dos extrativos, foi estatisticamente igual (Quadro 4). O consumo diferencial superior de álcali para esta madeira (Madeira-2), além de degradar mais seus carboidratos, resulta em menor disponibilidade de carga alcalina para deslignificação refletindo nos níveis de rendimento e de números kappa obtidos no cozimento (Quadro 3).

O consumo de álcali atribuído aos extrativos, em função de sua acessibilidade, ocorre nas etapas iniciais de polpação sendo determinado pelo teor e composição dos mesmos.

Os resultados mostrados nos Quadros 3 e 5 também evidenciam que o efeito de acessibilidade é intensificado à medida em que a deslignificação também é intensificada (redução de número kappa). Houve incremento da diferença desse efeito de 1,87 para 2,69% na redução de número kappa de, aproximadamente, 19 para 16.

A relação volume médio de lúmen/área interna média das fibras (Quadro 6), conforme proposto por ALMEIDA e SILVA (28) parece estar diretamente relacionada à facilidade de deslignificação da madeira e, conseqüentemente, diretamente relacionada ao rendimento depurado e inversamente proporcional à demanda de álcali para mesmos níveis de deslignificação.

Quadro 6 - Relação aproximada entre volume médio e área média do interior de fibras

Relação*	Madeira-1	Madeira-2
Volume médio/Área média	2,7675	2,3625

* Calculada com a metodologia proposta por ALMEIDA e SILVA , 1997.

Maior contato do licor com as camadas mais internas da parede celular, considerando que há menos difusão do licor por haver menor gradiente de concentração na Madeira-2, e, sendo estas camadas mais ricas em carboidratos, proporcionalmente, estes consumiriam mais álcali e este consumo não contribuiria efetivamente para a deslignificação desta madeira. Este efeito é mais notório quanto mais intenso o nível de deslignificação podendo ser constatado pelos resultados de cozimento para os números kappa próximo a 16 (Quadro 3). Por outro lado, como se verifica ainda no Quadro 3, houve necessidade de incremento da carga alcalina efetiva da Madeira-2 para se atingir o mesmo nível de deslignificação da Madeira-1. Para se alcançar número kappa 19 (nível de deslignificação baixo), houve necessidade de se reduzir o álcali efetivo aplicado à

Madeira-1. Isto é de elevada importância pois reflete diretamente nos rendimentos depurados (Quadro 3) e na produtividade fabril.

Regularidade de distribuição de poros contribui para a penetração de licor; no entanto, a difusão predomina assim que os cavacos estejam saturados.

O efeito de acessibilidade do licor à estrutura da madeira e a transferência de reagentes e de produtos e subprodutos de reação através da parede celular das fibras poderiam ser incrementadas com a utilização de agentes redutores de tensão superficial. Estudos para comprovação dessa possibilidade merecem ser executados.

IV - CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos, pode-se concluir que para as madeiras de eucalipto utilizadas nesse estudo:

- O consumo de álcali causado pelos extrativos é dependente da quantidade e qualidade destes.
- A acessibilidade do álcali à estrutura da madeira é determinante no rendimento gravimétrico em polpa e na demanda alcalina.
- O efeito no consumo de álcali em razão de acessibilidade de licor na estrutura da madeira é superior ao consumo causado pelos extrativos
- Com a intensificação da deslignificação o efeito de acessibilidade também é intensificado.
- A anatomia da madeira, em especial as dimensões médias de fibras, deve ser considerada como de fundamental importância nos programas de melhoramento florestal para produção de celulose.

V - REFERÊNCIAS

- 1.SILVA,D.J. Impacto da qualidade da madeira na deslignificação, no branqueamento e na qualidade de polpa kraft de eucalipto. Viçosa, MG: UFV, 1996. (Tese de Mestrado).
- 2.DEAN,G.H. Objectives for wood fibre quality and uniformity. In: CRC FOR TEMPERATE HARDWOOD FORESTRY-IUFRO. **Anais...** Hobart: CRCTHF-IUFRO, 1995.
- 3.PEREIRA,D.E.D. et al. A relação guaiacil/siringil como critério de seleção de árvores e sua importância no processo de deslignificação. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE DESLIGNIFICAÇÃO, 1. **Anais...** Vitória: ABTCP, 1994.
- 4.DEMUNER,B.J. et al. As propriedades do papel e as características das fibras de eucalipto. In: CONGRESSO ANUAL DA ABTCP, 24. **Anais...** São Paulo: ABTCP, 1991.

5. CARPIM, M.A. et al. A influência do número de fibras por grama nas propriedades óticas do papel. In: CONGRESSO ANUAL DA ABTCP, 20. **Anais ...** São Paulo: ABTCP, 1987.
6. DE VASCONCELLOS DIAS, R.L., CLÁUDIO-DA-SILVA Jr., E. A influência da densidade básica da madeira de híbridos da *E. grandis* em suas características químicas, e propriedades de polpação e do papel. In: CONGRESSO ANUAL DA ABTCP, 18. **Anais...** São Paulo: ABTCP, 1985.
7. CLARKE, C.R.E. WESSELS, A.M. Variation and measurement of pulp properties in eucalypts. In: CRC FOR TEMPERATE HARDWOOD FORESTRY-IUFRO. **Anais...** Hobart: CRCTHF-IUFRO, 1995.
8. CASEY, J.P. Ed. **Pulp and paper chemistry and chemical technology**. v.1 3^a Ed. New York, John Wiley & Sons, 1980.
9. BERTOLUCCI, F.L.G. et al. Increasing fiber yield and quality at Aracruz. In: CRC FOR TEMPERATE HARDWOOD FORESTRY - IUFRO. **Anais...** Hobart: CRCTHF-IUFRO, 1995.
10. DEMUNER, B.J., BERTOLUCCI, F.L.G. Seleção florestal: uma nova abordagem a partir de estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para características da madeira e polpa de eucalipto. In: CONGRESSO ANUAL DA ABTCP, 26. **Anais...** São Paulo: ABTCP, 1993.
11. BERTOLUCCI, F.L.G. et al.. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para características de madeira e polpa de eucalipto. In: ENCONTRO NACIONAL DA TECNCELPA, 13. **Anais...** Figueira da Foz, 1992.
12. SHIMOYAMA, V.R.S., BARRICHELO, L.E.G. Influências de características anatômicas e químicas sobre a densidade básica da madeira de *Eucalyptus spp.* In: CONGRESSO ANUAL DA ABTCP, 24. **Anais...** São Paulo: ABTCP, 1991.
13. PANSCHIN, A. J., ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 4. Ed. New York: McGraw-Hill, 1980.
14. KERR, A.J.; GORING, D.A.I. **Can. J. Chem.** v. 53, p.952-959, 1975.
15. GARDNER, J.A.F. e HILLIS, W.E. The influence of extractives on the pulping of wood. In: **Wood extractives**. HILLIS, W.E. Ed. New York, Academic Press, 1962.
16. RYDHOLM, A. S. **Pulping processes**. New York: John Wiley & Sons, 1965.
17. BUSNARDO, C.A. Estudo sobre a deslignificação da madeira de *Eucalyptus urophylla*, pelo processo kraft, para a produção de celulose. Viçosa, MG: UFV, 1981. (Tese de Mestrado).

- 18.BAMBER,R.K. **Appita**. v.38. n.3, p.210-216, may, 1985.
- 19.TAPPI. **Test methods**. Atlanta, 1994. 1v.
20. BACK, E. Deresination in Pulping and Washing. In: ALLEN, L.; BACK, E. **PITCH CONTROL WOOD RESIN AND DERESINATION**. TAPPI PRESS Atlanta, GA. Chapter 8, p.205-230. p.392. 2000.
- 21.D'ALMEIDA, M.L.O. Composição química dos materiais lignocelulósicos. In: D'ALMEIDA, M.L.O. **CELULOSE E PAPEL – Tecnologia de fabricação da pasta celulósica**. 2^a Ed. IPT. v.I. Cap. III. p. 45-106. 1988.
- 22.PACINI, P.R. e KLING, J.C. O problema do pitch em celulose de eucalipto. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3, 1983, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABTCP, 1983. p.431-440.
- 23.JORDÃO, M.C.S. **“Pitch” na indústria de celulose e papel**. São Paulo: IPT, 1991. 86p. (Série: IPT, 1837).
- 24.DUGGIRALA, P.Y. Anthraquinone and surfactant technology for kraft softwood. In: TAPPI PULPING CONFERENCE, 2000,
- 25.FIŠEROVÁ, M. Aplicação de surfactantes como aditivos na polpação kraft. **O PAPEL**, Novembro de 2000. p. 96-103. 114p.
- 26.DUGGIRALA, P.Y. Evaluation of surfactants as digester additives for kraft softwood pulping. **Tappi Journal**, Atlanta, v. 82, n.11, p.121-127, November 1999a.
- 27.DUGGIRALA, P.Y. Evaluation of surfactant technology for bleachable and high yield hardwood kraft pulps. **Appita Journal**, v.52, n.4, p.305 – 311, July 1999b.
28. ALMEIDA. J.M. e SILVA, D.J. Inclusão de um novo e importante parâmetro potencial de seleção de eucalipto para produção de polpa kraft. In: CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTO, 24 - 29 de agosto, 1997. **Anais...** IUFRO Salvador - BA.