

POTENCIAL DA MADEIRA DE *Corymbia* PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE

VINÍCIUS CURY BERNI¹; MARCO ANTÔNIO MUNIZ FERNANDES²; LAÍSE VERGARA NÖRNBERG³; FRANCO FREITAS QUEVEDO⁴; OSMARINO PIRES DOS SANTOS⁵; GABRIEL VALIM CARDOSO⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – viniciuscuryberni@gmail.com

²Mensura Serviços Florestais – tstmarcofernandes@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – laisenornberg@gmail.com

⁴CMPC Celulose Riograndense – franco.quevedo@cmpcrs.com.br

⁵CMPC Celulose Riograndense – osmarino.santos@cmpcrs.com.br

⁶Universidade Federal de Pelotas – gabriel.valim.cardoso@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Embora o domínio de florestas plantadas no Brasil seja com árvores do gênero *Eucalyptus* (IBA, 2022), as pesquisas e plantios do gênero *Corymbia* vêm ganhando espaço, e através dos programas de melhoramento genético são obtidos materiais produtivos, resistentes a fatores bióticos e abióticos e com características importantes de qualidade da madeira, visando a aplicação na indústria de produção de carvão, celulose, madeira serrada, entre outros.

Nesse contexto, o interesse no gênero *Corymbia* para produção de celulose se dá, principalmente, por apresentar alta densidade básica da madeira e, conseqüentemente, influenciar na redução do consumo específico de madeira no processo de deslignificação e desta forma na redução nos custos de produção (ASSIS, 2014). Em contrapartida, essa característica tem como desvantagem o desgaste de picadores, maior teor de rejeitos, dificuldade de impregnação do licor e maior consumo de reagentes durante o processo de deslignificação (SEGURA, 2015).

Entre os métodos de deslignificação da madeira, o método kraft é o processo mais utilizado no mundo. O licor utilizado tem como principais agentes ativos (álcali ativo) os ânions hidroxilas OH^- e o hidrossulfeto HS^- , que efetivamente reagem com a lignina da madeira. Entretanto, devido a remoção da lignina não ser completamente seletiva, parte dos carboidratos podem ser degradados durante o processo de deslignificação, desta forma, o teor de álcali ativo deve ser otimizado (FERREIRA, 2000).

De acordo com Cardoso et al. (2011), nos processos químicos de produção de celulose, as variáveis temperatura máxima de deslignificação e álcali ativo são de grande importância industrial, pois afetam diretamente a taxa de remoção de lignina medida pelo número kappa e a qualidade do produto final, além de serem facilmente controláveis nas operações industriais.

No que diz respeito à qualidade da madeira utilizada para a produção de celulose, parâmetros importantes para avaliar o processo de deslignificação, como a exigência de álcalis, o rendimento de polpa e a taxa de consumo de madeira, estão intimamente relacionados com a madeira utilizada, ou seja, intrinsecamente relacionados com o processo industrial. Nesse sentido, as empresas do setor têm investido na avaliação de suas madeiras, pois o conhecimento prévio de suas características pode identificar possíveis gargalos na produção, subsidiar a elaboração do planejamento estratégico e garantir melhores resultados operacionais (SEGURA, 2015).

Sendo assim, o estudo tem por objetivo avaliar o desempenho da madeira de três clones de híbridos de *Corymbia* quando submetidas ao processo de deslignificação kraft com diferentes condições de álcali ativo.

2. METODOLOGIA

Os materiais utilizados neste estudo foram obtidos a partir de um plantio experimental pertencente a empresa CMPC Celulose Riograndense, localizado na cidade de Eldorado do Sul, no estado do Rio Grande do Sul. A amostragem dos clones foi realizada aos 6 anos de idade. Avaliaram-se três clones de híbridos de *Corymbia* spp. e um clone de *Eucalyptus saligna* de mesma idade e local de plantio, utilizado como material de referência.

Foram amostradas 3 árvores de cada um dos 4 clones, totalizando 12 árvores. Foram retirados 5 toretes de aproximadamente 1,20m de cada árvore. Os toretes foram transformados em cavacos usando um picador de disco, homogeneizados e permaneceram em estufa solar por um período de 5 dias a 35°C para secagem.

Os cavacos obtidos foram classificados de forma manual, removendo-se nós, lascas e finos. Para cada clone utilizou-se 100g de cavacos absolutamente secos no processo de deslignificação kraft em digestor laboratorial com capacidade para cozimento de quatro amostras simultaneamente, conforme as condições definidas na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros utilizados na deslignificação Kraft

Tempo total (minutos)	Temperatura (°C)	Sulfidez (%)	Álcali ativo (%)
180	158	30	22, 24 e 26

No final do processo as polpas celulósicas foram retiradas das células do digestor e lavadas em uma caixa de lavagem com fundo confeccionado com tela de abertura de 100 mesh para remoção do licor negro residual. A individualização das fibras foi realizada em um desagregador laboratorial com 10 mil revoluções.

Após a individualização das fibras as polpas foram depuradas e pesadas para determinação do rendimento total, enquanto que a fração de feixes de fibras não deslignificadas que ficaram retidas na peneira foram classificadas como rejeitos. O rendimento depurado foi obtido pela subtração do teor de rejeitos do rendimento total, todos calculados em relação a massa seca inicial de cavacos.

A análise do número kappa da polpa celulósica marrom foi realizada conforme a norma ABNT NBR 302, 2018.

Os resultados dos parâmetros estudados foram submetidos a análise de variância – ANOVA e teste de Tukey a 95% de confiança.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas abaixo são apresentados os resultados médios do desempenho das madeiras dos clones avaliados em função da variação de álcali ativo aplicado no processo de deslignificação kraft, iniciando pelo rendimento total (Tabela 2).

Tabela 2 – Rendimento total (%)

Álcali Ativo (%)	<i>Eucalyptus saligna</i>	<i>Corymbia</i> Clone 1	<i>Corymbia</i> Clone 2	<i>Corymbia</i> Clone 3
22	53,1 ^{Aa*}	52,1 ^{Aa}	53,2 ^{Aa}	54,0 ^{Aa}
24	51,2 ^{Ba}	48,6 ^{Bc}	49,5 ^{Bb}	52,5 ^{Ba}
26	50,7 ^{Ba}	48,5 ^{Bb}	50,3 ^{Ba}	51,3 ^{Ba}

*Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Tukey com 95% de confiança.

O rendimento total do processo de deslignificação kraft reduziu com o aumento da carga de álcali ativo e variou entre os clones estudados. O clone 1 de *Corymbia* ficou com valores abaixo de 50% com o aumento do álcali ativo, já os clones 2 e 3 de *Corymbia* não diferiram do clone de *Eucalyptus saligna*.

Os teores de rejeitos são apresentados na Tabela 3 em função da variação de álcali ativo aplicado no processo de deslignificação kraft.

Tabela 3 – Teor de rejeitos (%)

Álcali Ativo (%)	<i>Eucalyptus saligna</i>	<i>Corymbia</i> Clone 1	<i>Corymbia</i> Clone 2	<i>Corymbia</i> Clone 3
22	0,1 ^{Aa*}	2,3 ^{Ac}	0,9 ^{Ab}	1,1 ^{Ab}
24	0,1 ^{Aa}	0,8 ^{Bb}	0,2 ^{Ba}	0,4 ^{Ba}
26	0,1 ^{Aa}	0,2 ^{Ca}	0,1 ^{Ba}	0,3 ^{Ba}

*Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Tukey com 95% de confiança.

O clone de *E. saligna* teve um percentual de rejeitos baixo mesmo com a menor carga de álcali ativo (22%), confirmando sua qualidade para produção de polpa celulósica. Os clones de *Corymbia* tiveram uma redução no teor de rejeitos com o aumento do álcali ativo de 22 para 24%. Somente o clone 2 atingiu o mesmo teor de rejeitos do clone de *E. saligna* com 24% de álcali ativo. O clone 1 só reduziu o teor de rejeitos para o mesmo nível dos demais com 26% de álcali ativo.

Na Tabela 4 se observam os rendimentos depurados em função da variação de álcali ativo aplicado no processo de deslignificação kraft.

Tabela 4 – Rendimento depurado (%)

Álcali Ativo (%)	<i>Eucalyptus saligna</i>	<i>Corymbia</i> Clone 1	<i>Corymbia</i> Clone 2	<i>Corymbia</i> Clone 3
22	53,0 ^{Aa*}	49,8 ^{Ab}	52,3 ^{Aa}	52,9 ^{Aa}
24	51,1 ^{Ba}	47,8 ^{Ac}	49,3 ^{Bb}	52,1 ^{Aa}
26	50,6 ^{Ba}	48,3 ^{Ab}	50,2 ^{Ba}	51,0 ^{Aa}

*Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Tukey com 95% de confiança.

O rendimento depurado do clone 2 de *Corymbia* teve o mesmo comportamento do clone de *Eucalyptus saligna*, reduzindo quando se aumentou o álcali ativo de 22 para 24% e não diferindo estatisticamente de 24 para 26%. O clone 1 teve o menor rendimento depurado (48,3%) com carga de álcali ativo de 26%, diferindo dos demais clones. Apesar do rendimento depurado do clone 3 não diferir estatisticamente do *Eucalyptus saligna* e do clone 2, o número kappa da polpa obtida foi mais elevado, indicando menor deslignificação (Tabela 5).

Tabela 5 – Número kappa

Álcali Ativo (%)	<i>Eucalyptus saligna</i>	<i>Corymbia</i> Clone 1	<i>Corymbia</i> Clone 2	<i>Corymbia</i> Clone 3
22	17,7 ^{Aa*}	26,9 ^{Ac}	22,2 ^{Ab}	25,0 ^{Ac}
24	18,2 ^{Aa}	24,0 ^{ABc}	18,7 ^{ABa}	21,7 ^{Bb}
26	18,5 ^{Aa}	22,0 ^{Bc}	17,0 ^{Ba}	20,1 ^{Bb}

*Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Tukey com 95% de confiança.

Observa-se uma redução do número kappa em relação à elevação do álcali ativo apenas para os clones de *Corymbia*. O clone de *Eucalyptus saligna* já atinge número kappa adequado com 22% de álcali ativo. Entre os *Corymbia*, o clone 2 teve os melhores resultados de número kappa, não diferindo do *Eucalyptus saligna* para álcali ativo de 24 e 26%.

Segundo CORREIA et al. (2019), as indústrias brasileiras de celulose kraft que utilizam madeira de *Eucalyptus* estão produzindo polpas com número kappa variando entre 14,5 e 18,5 na saída do digestor.

4. CONCLUSÕES

Dos três clones de híbridos de *Corymbia* avaliados, um deles apresentou resultados para produção de celulose comparáveis ao clone de *Eucalyptus saligna* utilizado atualmente pela empresa em escala industrial. Portanto, o trabalho demonstra que a madeira de *Corymbia* possui potencial para produção de celulose desde que sejam otimizados os parâmetros do processo de deslignificação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, T.F. Melhoramento genético de *Eucalyptus*: Desafios e perspectivas. **3º Encontro Brasileiro de Silvicultura**. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 302: Pasta celulósica – determinação do número kappa**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- CARDOSO, G.V.; et al. Efeito do teor de lignina da madeira de *Eucalyptus globulus* Labill. no desempenho da polpação kraft. **Ciência Florestal**, 21 (1), Jan-Mar, 2011.
- CORREIA, F.M.; et al. Revisitando o número kappa: conceitos e aplicações na indústria de celulose. **O Papel**, São Paulo, v. 80, p. 77-89, 2019.
- FERREIRA, P.J.T. **Estudos de pastas kraft de *Eucalyptus globulus*: características estruturais e aptidão papeleira**. 2000. 361f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2000.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBA. **Relatório Anual 2022**. Indústria Brasileira de Árvores. 2022. Acessado em 17 set. 2023. Online. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdf>
- SEGURA, T.E.S. **Avaliação das madeiras de *Corymbia citriodora*, *Corymbia torelliana* e seus híbridos visando a produção de celulose kraft branqueada**. Orientador: Francides Gomes da Silva Junior. 2015. 199 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2015.