

Estudo da composição química de madeiras de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus globulus* spp. *maideni* em diferentes regiões do tronco

Study of wood chemical composition in different regions of the stem for *Eucalyptus saligna* and *Eucalyptus globulus* spp. *maideni*

Eduardo dos Reis¹, Andréia Guarienti¹, Cristiane Pedrazzi¹, Marcia de Souza², Claudia da Rosa³, Gabriel Cardoso⁴, Sonia Frizzo⁵, Celso Foelkel⁶.

¹Acadêmico de Eng. Florestal, UFSM, Santa Maria, 97105-900, RS

²Acadêmico de Quím. Ind., UFSM, Santa Maria, 97105-900, RS

³Mestre Eng. Florestal, Riocell S/A, Guaíba, 92500-000, RS

⁴Mestre Eng. Florestal, Cambará S/A, Cambará do Sul, 95480-000, RS

⁵Mestre Eng. Florestal, UFSM, Santa Maria, 97105-900, RS

⁶Eng. Agrônomo, Dr. , Grau Celsius Ltda., Porto Alegre, 91330-520, RS

Resumo

Este estudo foi desenvolvido com a finalidade de determinar a variação da composição química (teores de cinzas, extrativos e lignina) ao longo do tronco de madeiras de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus globulus* spp. *maideni*. Com isso, torna-se possível identificar a região do tronco onde essas substâncias aparecem em proporções maiores ou menores, servindo para melhor caracterizar tecnologicamente esses materiais. Foram utilizadas amostras em forma de discos descascados de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus globulus* spp. *maideni* retiradas de 5 árvores de 7 anos de idade de cada uma destas espécies. Os discos foram selecionados nas seguintes posições: base, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100% da altura comercial (H), sendo 6 cm o diâmetro mínimo utilizado. Após a seleção e classificação dos discos por altura, retiraram-se dois segmentos opostos em relação à medula, os quais em seguida foram transformados em cavacos, palitos e logo após moídos. As serragens resultantes foram peneiradas em um agitador de peneiras, sendo classificadas de acordo com a granulometria, tendo sido utilizada para os ensaios a fração F 40. Os resultados obtidos mostram que o teor médio mais elevado de cinzas para *Eucalyptus saligna* foi encontrado a 100%H (0.72%) e o menor a 20%H (0.25%). Já para *Eucalyptus globulus*, esse valor foi maior na base (0.61%) e o menor a 20%H (0.26%). Em ambas as espécies os menores teores de cinzas estavam localizados nas regiões mais centrais das árvores. Para extrativos do *Eucalyptus saligna*, os maiores valores foram encontrados na região da base (1.88%) e os menores a 60%H (1.35%); para o *Eucalyptus globulus* foram observados os resultados mais elevados para a região da base (2.48%) e os menores a 70%H (1.24%). Quanto à variação da lignina, foi observado para *Eucalyptus saligna* que os teores mais elevados se situaram na altura de 20%H (26.24%) e os menores na região central, na altura de 70%H (23.15%); ao passo que para *Eucalyptus globulus* os valores mais elevados foram encontrados na região apical, na altura de 80%H (25.15%) e os menores na região próxima ao centro, na altura de 60%H (19.75%). Os dados obtidos permitem concluir que para ambas as espécies as porções intermediárias do tronco mostram-se

mais adequadas para produção de celulose, em virtude de conterem menores teores dos constituintes químicos cinzas, lignina e extrativos.

Palavras chaves: madeira, cinzas, extrativos, lignina, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus globulus*, *maideni*.

Abstract

This study had as aim to evaluate the chemical composition (ash, extractive and lignin content) in different regions of the stem in 7 year-old trees of *Eucalyptus saligna* and *Eucalyptus globulus spp. maideni*. Based on the results, it is possible to identify where these components are present in higher or lower proportion in the stem of these trees. Debarked disks were taken along tree heights in the following positions: bottom, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% and 100% of the commercial tree height (H), being 6 cm the minimum under bark diameter. From each disk, two opposite segments were taken in relation to pith. The sampled wood was converted to pin chips, and them to sawdust for the chemical evaluations. Sawdust was screened to 40 mesh. For *Eucalyptus saligna*, the highest ash content was found to be at 100%H (0.72%) and the lowest at 20%H (0.25%). For *E. globulus* the maximum values for ash were found in the bottom of the tree (0.61%), and the minimum at 20%H (0.26%). For both species, the lower values for ash content were found at the medium height of the trees. Regarding extractives, the highest values for *E. saligna* were found at the bottom (1.88%), and the lowest at 60%H (1.35%). For *E. globulus*, the extreme contents were found to happen in the bottom (maximum = 2.48%), and at 70%H (minimum = 1.24%). In relation to lignin, the results were as follows: for *E. saligna*, highest average values at 20%H (26.24%), and lowest at 70%H (23.14%). In other hand, *E. globulus* showed maximum values for lignin content at 80%H (25.15%), and minimum at 60%H (19.75%). In both cases, the data allow to conclude that either the bottom and/or the top regions of the trees have higher concentration of ash, extractive and lignin contents. Consequently, the intermediate regions of the trees are more suitable for pulping.

Keywords: wood, ash, extractives, lignin, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus globulus*, *maideni*.

1. INTRODUÇÃO

É sabido que os eucaliptos têm participado, a partir do século XIX, no estabelecimento de um importante recurso florestal em muitos países de latitudes médias e baixas. A espécie que liderou a dispersão pelo mundo foi o *Eucalyptus globulus*. A primeira plantação desta espécie foi realizada pelo naturalista Billarolierè entre 1791 e 1792 e considera-se que a partir desta, outras plantações estabeleceram-se fora do continente australiano. Essas primeiras plantações se localizaram no sul da Europa e norte da África e desde então em Portugal, Califórnia, Chile, Sul da África, Índia e Argentina (Igartúa et al., 2000). Há indicações que o *E. globulus* tenha sido um dos primeiros do gênero a ser plantado no Brasil, introduzido no Rio Grande do Sul, no final do século XIX, originado do Uruguai.

O Brasil foi um dos primeiros países do mundo a utilizar *Eucalyptus* para a produção de celulose e, atualmente, esta indústria tem-se expandido enormemente.

No Rio Grande do Sul, o *Eucalyptus* está sendo usado com sucesso em indústrias para produção de celulose e papel a partir das suas fibras curtas. Duas espécies se destacam: uma é o *Eucalyptus saligna*, que foi uma das primeiras a ser utilizada como

fonte de matéria-prima para produção de celulose e papel; a outra é o *Eucalyptus globulus*, que é uma espécie de excelentes atributos tecnológicos para obtenção de celulose, destacando o baixo teor de lignina da sua madeira. Apresenta também bom crescimento, graças as condições climáticas mais favoráveis ao seu cultivo no sul do Brasil, as quais não são encontradas nas regiões de clima quente. Entretanto, não se pode ainda dizer que no Brasil a espécie se encontre totalmente adaptada, mesmo em regiões mais favoráveis como no Rio Grande do Sul.

Tendo em vista a importância do gênero *Eucalyptus* para a indústria de celulose brasileira e frente ao fato de se dispor no Rio Grande do Sul de espécies com teores distintos de lignina, e sendo esta justamente o constituinte da madeira que se quer remover seletivamente nos processos químicos, enquanto que a remoção de extrativos e o conhecimento do teor de cinzas podem vir a minimizar ou eliminar os problemas de incrustações, optou-se pelo estudo da composição química das espécies *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus globulus* em relação as diferentes alturas ao longo do tronco. Visava-se com isso oferecer maiores conhecimentos sobre a variabilidade da composição química das madeiras dessas duas espécies de eucaliptos, reconhecidamente distintas quanto ao teor de lignina.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A partir da composição química da madeira pode-se selecionar árvores matrizes permitindo otimizar o rendimento da deslignificação, número kappa e consumo específico de madeira, indicando uma nova e viável possibilidade de identificação das melhores árvores para produção de celulose (Santos & Sansígolo, 2000).

De acordo com Fonseca et al. (1996) nas últimas décadas, os efeitos das propriedades químicas da madeira no processo de deslignificação e na qualidade da polpa de *Eucalyptus* têm sido observados com mais ênfase.

2.1. Cinzas

De acordo com Frizzo & Silva (2001), especificamente para madeiras de *Eucalyptus*, o teor de cinzas raramente chega a 1% do seu peso seco. A presença de alguns componentes como cálcio, fósforo e enxofre, em dosagens elevadas, nas cinzas, são prejudiciais e até mesmo limitantes para determinadas finalidades industriais.

2.2. Extrativos

Embora os extrativos estejam presentes em pequenas proporções, algumas dessas substâncias podem provocar problemas ao longo da produção de polpa e da fabricação de papel. Nas folhosas os extrativos estão localizados, em sua maioria, no interior de células de parênquima, principalmente radiais. Os extrativos localizados nas células de parênquima são de difícil acessibilidade (Silva et al., 2000).

Para Carneiro et al. (1997) os extrativos são constituintes indesejáveis no processo de produção de celulose químicas, pois causam dificuldades no branqueamento, reduzem o rendimento do processo de cozimento e geram problemas de incrustações. De acordo com o mesmo autor, os teores de extrativos apresentam tendências de variação similares aos de lignina, decrescendo até uma determinada posição do tronco na altura da árvore, aumentando em seguida em direção ao topo da mesma, para algumas espécies de *Eucalyptus*.

2.3. Lignina

A quantidade de lignina pode afetar negativamente a deslignificação no cozimento kraft, ocorrendo variação no número kappa, rendimento e na alvura da celulose marrom. Madeiras com grandes quantidades de lignina podem produzir maiores número kappa e menor alvura ou exigirem maiores quantidades de álcali no cozimento e químicos no branqueamento (Mezzomo, 1996).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Coleta das Amostras

As amostras constaram de serragens provenientes de árvores das espécies *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus globulus* spp. *maideni* oriundas de horto florestal da empresa Riocell S.A., coletadas em julho de 2000, tendo as árvores 84 meses de idade.

3.2. Métodos de Análises

- Amostragem seguindo a metodologia da TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY (TAPPI 257 cm-85).
- Determinação do teor de umidade segundo a metodologia da TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY (TAPPI 264 om-97).
- Determinação do teor de cinzas segundo a metodologia da TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY (TAPPI 211 om-97).
- Determinação do teor de extrativos segundo a metodologia da TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY (TAPPI 204 cm-97).
- Determinação do teor de lignina segundo a metodologia da TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY (TAPPI 222 om-98).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Teor de Cinzas

Os resultados das análises de cinzas e das análises estatísticas estão apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3, as quais também mostram o teor médio de cinzas para *E. saligna* e *E. globulus* ao longo da altura das árvores. Cada resultado apresentado é a média encontrada para os materiais das 5 árvores amostradas por espécie.

TABELA 1: Teor de cinzas das madeiras de *E. saligna* e *E. globulus*, por posição, em relação a altura comercial da árvore.

Tratamentos	<i>E. saligna</i>	<i>E. globulus</i>
	Média %	Média %
Base	0.50	0.61
10%H	0.36	0.27
20%H	0.25	0.26
30%H	0.35	0.54
40%H	0.50	0.39
50%H	0.37	0.42
60%H	0.30	0.27

70%H	0.37	0.30
80%H	0.48	0.32
90%H	0.57	0.42
100%H	0.72	0.59
Média	0.43	0.40
Máximo	0.72	0.61
Mínimo	0.25	0.26
DP	0.136	0.130
CV%	31.24	32.72

TABELA 2: Análise da variância para o teor de cinzas de *E. saligna*

CV	GL	SQ	QM	Fc	Ftab
Trat.	10	0.92	0.0920	17.98*	2.05
Erro	44	0.23	0.0051		
Total	54	1.14635			

* significativo a um nível de 5% de erro

TABELA 3: Análise da variância para o teor de cinzas de *E. globulus spp. maideni*

CV	GL	SQ	QM	Fc	Ftab
Trat.	10	0.67	0.0668	10.24*	2.13
Erro	33	0.21	0.0065		
Total	43	0.88327			

* significativo a um nível de 5% de erro

4.2. Teor de Extrativos

Os resultados das análises de extrativos são apresentados nas Tabelas 4, 5 e 6, as quais mostram os teores médios de extrativos para *E. saligna* e *E. globulus* e as correspondentes análises estatísticas.

TABELA 4: Teor de extrativos das madeiras de *E. saligna* e *E. globulus*, por posição, em relação a altura comercial da árvore.

Tratamentos	<i>E. saligna</i>	<i>E. globulus</i>
	Média %	Média %
Base	1.88	2.48
10%H	1.36	2.15
20%H	1.69	1.29
30%H	1.45	1.44
40%H	1.63	1.47
50%H	1.49	1.49
60%H	1.35	1.36
70%H	1.52	1.24
80%H	1.50	1.60
90%H	1.42	1.42
100%H	1.84	1.35
Média	1.56	1.57

Máximo	1.88	2.48
Mínimo	1.35	1.24
DP	0.1812	0.3874
CV%	11.64	24.65

TABELA 5: Análise da variância para o teor de extrativos de *E. saligna*

CV	GL	SQ	QM	Fc	Ftab
Trat.	10	1.64	0.1640	9.39*	2.05
Erro	44	0.74	0.0169		
Total	54	2.38519			

* significativo a um nível de 5% de erro

TABELA 6: Análise da variância para o teor de extrativos de *E. globulus spp. maideni*

CV	GL	SQ	QM	Fc	Ftab
Trat.	10	7.54	0.7544	36.34*	2.05
Erro	44	0.91	0.0207		
Total	54	8.45741			

* significativo a um nível de 5% de erro

4.3. Teor de Lignina

Os resultados das análises de lignina e respectivas avaliações estatísticas estão apresentados nas Tabelas 7, 8 e 9 as quais mostram o teor médio de lignina para *E. saligna* e *E. globulus spp. maideni*.

TABELA 7: Teor de lignina das madeiras de *E. saligna* e *E. globulus*, por posição, em relação a altura comercial da árvore.

Tratamentos	<i>E. saligna</i>	<i>E. globulus</i>
	Média %	Média %
Base	24.45	21.02
10%H	23.70	21.94
20%H	26.24	20.62
30%H	24.22	22.60
40%H	25.72	21.68
50%H	24.15	22.05
60%H	23.36	19.75
70%H	23.15	23.07
80%H	24.99	25.15
90%H	25.02	24.03
100%H	25.81	23.93
Média	24.62	22.35
Máximo	26.24	25.15

Mínimo	23.15	19.75
DP	1.027	1.61092
CV%	4.17	7.21

TABELA 8: Análise da variância para o teor de lignina de *E. saligna*

CV	GL	SQ	QM	Fc	Ftab
Trat.	10	52.75	5.2749	17.04*	2.05
Erro	44	13.62	0.3095		
Total	54	66.3691			

* significativo a um nível de 5% de erro

TABELA 9: Análise da variância para o teor de lignina de *E. globulus spp. maideni*

CV	GL	SQ	QM	Fc	Ftab
Trat.	10	129.75	12.97	26.27*	2.05
			5		
Erro	44	21.73	0.493		
			8		
Total	54	151.480			
		3			

* significativo a um nível de 5% de erro

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nas análises químicas das madeiras, podemos concluir que:

- Existem diferenças estatísticas significativas para os componentes químicos lignina, cinzas e extrativos nas diferentes regiões do tronco ao longo da altura da árvore;;
- As porções intermediárias dos troncos para ambas as espécies mostram-se mais adequadas para produção de celulose pelos menores teores de cinzas, lignina e extrativos.
- As extremidades evidenciam as fortes influências da copa e das raízes sobre esses constituintes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARNEIRO, C. J. G.; SANTOS, C. A. S. A.; MANFREDI, V. Caracterização da variabilidade longitudinal da árvore visando a produção de celulose. In: 30º CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 1997, São Paulo. Anais...São Paulo: ABTCP, 1997.

FONSECA, S.M.; OLIVEIRA, R.C.; SILVEIRA, P.N. Seleção da árvore industrial: procedimentos, riscos e benefícios. Revista Árvore, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 69-85, 1996.

FRIZZO, S.M.B.; SILVA, M.C.M. Apontamentos de química da madeira, Apostila Didática UFSM, 2001.

IGARTÚA, D. V.; RIVERA, S. M.; MONTERUBBIANESI, M. G. et al. Calidad del leño en *Eucalyptus globulus ssp globulus*. I. Variación de la densidad básica y la longitud de fibra en una estación del sudest de la provincia de Buenos Aires , Argentina. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN EN CELULOSA Y PAPEL, 2000. Iguazú, Argentina. Anais ...Iguazú: CIADICYP, 2000.

MEZZOMO, L.X. Potencialidade do *Eucalyptus cloesiana* Hook, *Eucalyptus urophylla* st Blake e *E.urophylla* x *E. grandis* cultivados na Bahia para produção de celulose solúvel. Santa Maria UFSM, 1996, 70f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.

SANTOS, C. R.; SANSÍGOLO, C. A. Métodos não convencionais para determinação de celulose como parâmetro de seleção de árvores matrizes visando a produção de polpa kraft-AQ. In: 33º CONGRESSO INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL, Seção Técnica 1, Anais...São Paulo: ABTCP, 2000.

SILVA, D. J.; ALMEIDA, J. M. ; NARIYOSHI, A. H. Da absorção a dispersão- O controle de pitch em evolução. In: 33º CONGRESSO INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL, Seção Técnica 1, 2000, São Paulo, Anais...São Paulo: ABTCP, 2000.

TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY. Acid – insoluble lignin in wood and pulp: T222 om-98. Atlanta, 1998/1999.

____.Ash in wood, pulp, paper and paperboard: combustion at 525⁰C: T 211 om-97. Atlanta, 1998/1999.

____.Preparation of wood for chemical analysis: T264 cm-97. Atlanta, 1998/1999.

____.Sampling and preparing wood for analysis: T 257 cm-85. Atlanta, 1998/1999.

____.Solvent extractives of wood and pulp: T204 cm-97. Atlanta, 1998/1999.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM Estrutura e apresentação de monografias, dissertação e teses. MDF. , 5 ed. , Santa Maria, 2000.