

## POTENCIALIDADE DA MADEIRA DE *Eucalyptus tereticornis* PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE E PAPEL

**Rejane Costa Alves<sup>1</sup>; Javan Pereira Motta<sup>2</sup>; José Tarcísio da Silva Oliveira<sup>3</sup>; Juarez Benigno Paes**

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Industrial Madeireira, CCA-UFES Alegre - ES, recosta\_88@hotmail.com

<sup>2</sup> Mestrando em Ciências Florestais, CCA-UFES, Alegre-ES, jpereiramotta@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Engº Florestal, DSc, Prof. Associado, Depto. de Engenharia Florestal, CCA-UFES, Alegre - ES, jtsilva@npd.ufes.br

<sup>4</sup> Engº Florestal, DSc, Prof. Adjunto IV, Depto. de Engenharia Florestal, CCA-UFES, Alegre - ES, jbp2@uol.com.br

**Resumo** - O objetivo deste trabalho foi caracterizar a madeira de *Eucalyptus tereticornis* para produção de celulose e papel, através de sua anatomia, propriedades físicas, composição química e composição elementar. A anatomia da madeira seguiu as normas COPANT (1974) e IAWA (2007); a determinação da massa específica aparente e retratibilidade seguiram a norma da ABNT MB26/1940, quanto às composições químicas foram realizadas avaliações quantitativas dos componentes primários e elementares segundo a norma TAPPI (1992). A madeira apresentou espessura de parede de fibra delgada a espessa; baixa frequência de vaso e diâmetro tangencial médio; alta frequência de parênquima radial. Apresentou valores médios de densidade seca ao ar, básica e anidra. E quanto aos componentes químicos, foram encontrados valores elevados de extrativos de 6,55% e lignina de 35,89%, além de apresentar alta concentração de carbono 56,56%, sendo esta característica importante para a potencialidade da madeira para celulose e papel. A madeira de *E. tereticornis* possui grande potencial para uso em celulose e papel.

**Palavras-chave:** Qualidade da madeira, propriedades tecnológicas, eucalipto tereticornis.

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias

### Introdução

No Brasil a espécie do gênero *Eucalyptus*, pertence à família Myrtaceae, é a mais estudada e utilizada como matéria-prima para diversos usos, entre eles celulose e papel. De acordo com a BRACELPA (2010), apesar de o país produzir elevados índices de reflorestamentos de eucalipto, ainda se consegue notar um déficit de produção em relação ao seu real potencial, já que seu potencial de no Brasil é de 70 m<sup>3</sup>/ha/ano e atualmente se encontra em 41 m<sup>3</sup>/ha/ano para florestas de eucaliptos.

Do qual a produção de florestas plantadas para celulose e papel equivale apenas a 0,3% da área total do país, reforçando ainda mais o grande potencial a ser explorado ainda, e levando em consideração também que o ciclo de rotação no país para o gênero *Eucalyptus* é o menor em relação aos demais países, com cerca de 7 anos e rendimento m<sup>3</sup>/ha/ano de 44 (BRACELPA, 2010).

Na indústria de celulose e papel, a qualidade de madeira poderia estar fundamentada na caracterização das dimensões de fibras,

densidade e na avaliação de componentes químicos como a de celulose e lignina (ANDRADE, 2006). Já que estes poderão influenciar o rendimento e a qualidade do processo de produção da polpa celulósica, ou mesmo nas características do papel.

O maior conhecimento dos elementos anatômicos da madeira permite o acesso às propriedades, o que propicia melhor conhecimento e aplicação do material (ZENID e CECCANTINI, 2001) e assim avaliar se a madeira apresenta potencial para determinada utilização.

Visto que a densidade é uma quantificação direta do material lenhoso por unidade de volume, estando relacionada a muitas propriedades e características tecnológicas fundamentais para a produção e utilização dos produtos florestais, um dos parâmetros mais importantes entre as diversas propriedades físicas da madeira, pois afeta todas as demais propriedades desta (SHIMOYAMA, 1990).

Análises químicas elementares indicam que a madeira é constituída, em base seca, de

aproximadamente 50% de carbono, 6% de hidrogênio e 44% de oxigênio (PENEDO, 1980). Do qual, a quantidade e a qualidade dos extrativos são bastante evidentes entre indivíduos dentro de uma mesma espécie, variando do cerne mais interno para o recém formado, sendo mais efetivo neste último (OLIVEIRA et al., 2005).

### Metodologia

O presente trabalho pode ser classificado, quanto à finalidade de cunho científico, como uma pesquisa descritiva e experimental. Como tal, visa levantar as características gerais, macroscópicas e microscópicas, massa específica e composição química da madeira estudada, apresentando os aspectos que devem ser avaliadas, para assim conseguir compreender correlações entre suas características e importância para o comércio, ou até mesmo para sua própria identificação apenas.

A pesquisa descritiva não tem o intuito de explicar as características estudadas, apenas descreve-las para facilitar a identificação da espécie, e também correlacionar estas com suas propriedades tecnológicas.

Os estudos foram desenvolvidos no Laboratório de Ciência da Madeira do Departamento de Engenharia Florestal, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, CCA-UFES, localizado no município de Jerônimo Monteiro-ES. A espécie estudada foi *Eucalyptus tereticornis*. Na Tabela 1 são apresentados os parâmetros estudados e as determinações.

Quanto aos procedimentos técnicos utilizados como meios de investigação, esta se classifica como uma pesquisa bibliográfica, normativa e experimental, tendo como fonte de consulta materiais como normas, livros, periódicos científicos, publicações de eventos, teses e dissertações que geraram com o resultado uma revisão de literatura. Tal revisão se apresenta como uma sustentação teórica e experimental para conhecimento das características anatômicas estudadas e sua respectiva importância para o comércio madeireiro.

O estudo da anatomia da madeira seguiu as recomendações da norma de procedimento em estudos de anatomia de madeira, da Commission Panamericana de Normas Técnicas - COPANT (1974) e também da International Association of Wood Anatomists - IAWA (2007). Relativo à dissociação dos elementos anatômicos para mensuração utilizou-se o método peróxido-acético preconizado por DADSWELL (1972). As

mensurações dos elementos anatômicos foram realizadas em um sistema de análises de imagem de marca Image Pro-Plus versão 6.0. Sendo produzidos cortes histológicos em micrótomo de deslize da marca Leica modelo RS2000 e montadas lâminas de acordo com procedimentos de rotina do LCM, utilizadas nas descrições microscópicas. Quanto a determinação da massa específica, esta seguiu o Método Brasileiro MB 26 de 1940 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Enquanto para determinação da composição química da madeira seguiu recomendações da Technical Association of the Pulp and Paper Industry-Tappi (1992).

**Tabela 1** - Parâmetros avaliados e respectivas metodologias

PARÂMETROS	PROCEDIMENTOS
Caracteres anatômicos	COPANT (1974) e IAWA (2007)
Amostragem e preparação da madeira para análise química	TAPPI 257
Preparação da madeira para análise química	TAPPI 264 om-88
Determinação de lignina	Análise somativa (LAP 003 e 004)
Solubilidade em etanol/ tolueno	TAPPI T 204 om-88
Determinação de holocelulose	Determinação por diferença
Determinação de massa específica aparente	ABNT NBR 6320 (MB26/40)

### Resultados

Como mencionado anteriormente foram realizados os estudos anatômicos da madeira de *Eucalyptus tereticornis* referentes às características gerais, macroscópicas, e microscópicas da madeira. Dos quais são de fundamental importância para ajudar a entender seu potencial tecnológico para produção de celulose e papel.

#### • Descrição geral

Na descrição geral a madeira possui uma coloração rosa claro. Possui textura média com grã direita. A madeira é macia ao corte manual no plano transversal, possui cheiro e gosto imperceptíveis, brilho moderado, sendo moderadamente pesada com sua massa específica aparente de 0,56 g/cm<sup>3</sup> a 15% de umidade. Apresenta figura/desenho ausente e

camada de crescimento demarcada por zonas fibrosas.

• **Descrição macroscópica**

Parênquima axial visível somente sob lente de 10 aumentos. Paratraqueal vasicêntrico formando confluentes.

Poros visíveis somente sob lente de 10 aumentos. Solitários. Porosidade difusa. Arranjo diagonal. Ausência de tilas.

No plano transversal apresenta parênquima radial invisíveis mesmo sob lente de 10 vezes de aumentos. Não estratificado.

No plano longitudinal tangencial, raios invisíveis mesmo sob lente de 10 aumentos e linhas vasculares retilíneas; no plano longitudinal radial os espelhos dos raios são pouco contrastados. Com camadas de crescimento demarcadas por zonas fibrosas.

• **Descrição microscópica**

Quanto á descrição microscópica os poros/vasos encontram-se em distribuição difusa. Quanto á freqüência são com média de 6,38 poros/mm<sup>2</sup>, variando de 3 a 9 poros/mm<sup>2</sup> e desvio padrão de 1,44. São de tamanho médio com diâmetro tangencial de 152,63 µm, variando de 94,92 a 216,96 µm.

O parênquima axial pouco contrastado. Paratraqueal vasicêntrico formando confluentes. Os raios são homocelulares, formados por células procumbentes, possuindo estrutura não estratificada, pouco numerosa com média de 11,18 por mm variando de 5 a 20 por mm. Raios finos com média de 13,58 µm variando de 6,78 a 21,19 µm e desvio padrão de 3,85 µm e altura variando de 122,04 a 444,64 µm, com média de 261,10 µm e desvio padrão de 80,25µm.

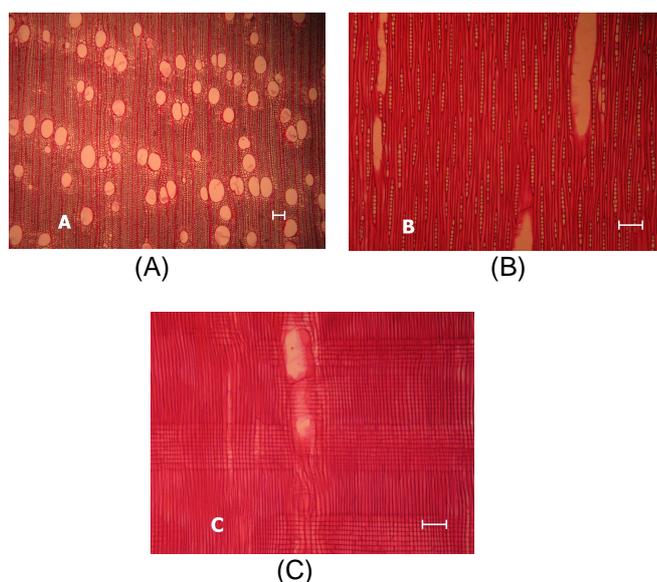
As fibras são comumente librifórmes de paredes delgadas a espessa. O comprimento varia de 914,70 a 1515,68 µm (muito curtas) com média de 926,28µm e desvio padrão de 488,17 µm. A largura varia de 8,93 a 24,25 µm com média de 18,08µm e desvio padrão de 3,61 µm.

Com o diâmetro de lúmen de variando de 2,72 a 15,74 µm e média de 7,51 e desvio padrão de 2,81 µm e a espessura média da parede celular de 5,28 µm variando de 2,13 a 7,49 µm, com desvio padrão de 1,30 µm.

**Tabela 2** – Ficha biométrica relativa aos principais elementos anatômicos do xilema secundário do *Eucalyptus tereticornis*.

	<b>Caracteres Anatômicos</b>	<b>Média</b>	<b>CV(%)</b>	<b>DP</b>
Fibras	Comprimento (µm)	926,28	89,33	488,17
	Largura (µm)	18,08	4,25	3,61
	Diâmetro Lume (µm)	7,51	7,96	2,81
	Espessura da parede (µm)	5,28	5,23	1,30
Vasos	Diâmetro tangencial (µm)	152,63	30,39	27,36
	Frequência (nº/mm <sup>2</sup> )	6,38	22,66	1,44
	Frequência (nº/mm)	11,18	26,34	2,94
Raios	Altura (µm)	269,41	26,88	82,81
	Altura (nº células)	13,80	32,04	4,42
	Largura (µm)	13,58	24,03	3,85
	Largura (nº células)	1	0	0

Na Figura 1 encontram-se as fotomicrografias dos três planos de observação da madeira *Eucalyptus tereticornis*.



**Figura 1:** fotomicrografias dos três planos de observação da madeira *Eucalyptus tereticornis*, no qual são apresentados (A) o plano transversal, (B) e (C) o plano longitudinal tangencial e longitudinal radial respectivamente. Escala 100µm.

A Tabela 3 apresenta os valores de massa específica aparente para a espécie estudada.

**Tabela 3** – Valores médios da massa específica aparente para a madeira de *Eucalyptus tereticornis*

Espécie	Massa específica aparente (g/cm <sup>3</sup> )		
	Anidra	Seca ao ar	Básica
	(0,66)(0,93)*	(0,77)(1,06)	(0,54)(0,70)
<b><i>Eucalyptus tereticornis</i></b>	<b>0,79</b>	<b>0,93</b>	<b>0,62</b>
	(0,07)(0,09)**	(0,08)(0,08)	(0,04)(4,00)

\* - valores entre parênteses representam o mínimo e o máximo, respectivamente.

\*\* - valores entre parênteses representam o desvio padrão ( $\mu$ m) e o coeficiente de variação (%), respectivamente.

A Tabela 4 apresenta os valores médios de composição química da madeira de *Eucalyptus tereticornis*.

**Tabela 4** – Valores médios da composição química da madeira de *Eucalyptus tereticornis*

Espécie	Lignina (%)	Holocelulose (%)	Extrativo (%)
<b><i>Eucalyptus tereticornis</i></b>	36,89	56,56	6,55

## Discussão

É preciso estudar a anatomia da madeira e seus componentes químicos para então explicar suas densidades, uma vez que estas são de fundamental importância não só para correlacioná-las a seus respectivos usos como também para o próprio conhecimento do material madeira.

Na madeira de *Eucalyptus tereticornis* observou-se valor de espessura de parede de fibra médio de 5,28  $\mu$ m, ou seja, fibra classificada como delgada a espessa. Sendo este o principal elemento anatômico responsável pela massa específica da madeira, sem levar em consideração possuem outras características capazes de mascarar a densidade da madeira, entre elas o

percentual de extrativo, no qual obteve valor de 6,55%. Segundo Trugilho et al. (1996), a densidade básica é uma característica resultante da interação entre as propriedades químicas e anatômicas da madeira.

De acordo com Mimms (1993), citado por Andrade (2006), ressalta que a principal influência da densidade é no rendimento volumétrico do processo, penetração do licor de cozimento, tempo de cozimento e qualidade da polpa celulósica e do papel produzido. Por isso é de fundamental importância sua caracterização. A madeira estudada obteve valor de densidade anidra, seca ao ar e básica de 0,79; 0,93; e 0,62 respectivamente. Sendo classificada como madeira de média densidade.

Santana (2009) afirma que a madeira é um material bastante heterogêneo, cuja constituição elementar da madeira é composta basicamente por carbono (50%), oxigênio (44%), hidrogênio (6%) e nitrogênio (0,4%), além do enxofre encontrado em menores. Ou seja, por volta de 60-75% para carboidratos, que são combinados com a lignina (18 a 35%) (ROWELL et al., 2005). No qual foi encontrado valores próximos a literatura, com 56,56% de carboidratos e 36,89% de lignina para a madeira de *Eucalyptus tereticornis*.

Sabemos que assim como os demais constituintes químicos da madeira, a lignina tem grande importância quando relacionamos o determinado uso da madeira enquadrando-as para melhor ou pior atribuição. O teor de lignina na madeira afeta significativamente o rendimento em celulose, sendo prejudicial em seu rendimento.

## Conclusão

Apesar da madeira de *Eucalyptus tereticornis* apresentar elevados teores de extrativo e lignina, esta também apresenta alto percentual de holocelulose. Característica esta que juntamente com suas características anatômicas e sua densidade média, potencializam essa espécie para utilização em fabricação de celulose e papel.

## Referências

ANDRADE, A. S. **Qualidade da madeira, celulose e papel em *Pinus taeda* L.: Influência da idade e classe de produtividade.** 2006. 107p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2006. Disponível em: <[http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/.../d452\\_0623-M.pdf](http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/.../d452_0623-M.pdf)>. Acesso em: 18 julho 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Método Brasileiro. **Ensaios físicos e mecânicos da madeira – MB-26/40**. Rio de Janeiro. 16p, 1940.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL - BRACELPA. **O setor de celulose e papel**. São Paulo. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br>>. Acesso em: 18 julho 2010.

COMMISSION PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS – COPANT. Descripción de características generales, macroscópicas de las maderas angiospermas dicotiledóneas. COPANT, v.30, p.1-19, 1974.

DADSWELL, H. E. The anatomy of eucalypt wood. Melbourne. **Forest Products Laboratory**, CSIRO, n. 66, p. 1-28. 1972.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS - IAWA Committee. List of microscopic features for hardwood identification, with an appendix on non-anatomical information. **IAWA Bulletin**, Leiden, n. 10, v. 3, p. 219-332, 2007.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Manual de identificação das principais madeiras comerciais brasileiras**. São Paulo. p. 241, 1983.

OLIVEIRA, J. T. S.; SOUZA, L. C.; DELLA LUCIA, R. M.; JÚNIOR, W. P. S. Influência dos extrativos na resistências ao apodrecimento de seis espécies de madeira. *Rev. Árvore* vol.29 nº5. Viçosa. 2005.

PENEDO, W. R. **Uso da madeira para fins energéticos**. Belo Horizonte. Fundação CETEC, 1980.

ROWELL, R. M.; PETERSEN, R.; HAN, J.S.; ROWELL, J. S.; TSHABALALA, M. A. Cell Wall Chemistry. cap. 3. **Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites**. In: ROWELL R. M. New York, 2005.

SANTANA, W. M. **Crescimento, produção e propriedades da madeira de um clone de *Eucalyptus grandis* e *E. urophylla* com enfoque energético**. 2009. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras.

SHIMOYAMA, V. R. **Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas**

**da madeira em *Eucalyptus sp.*** 1990. 93p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. 1990.

TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY-TAPPI. **Tappi test methods: 1992-1993**. Atlanta, USA. 1992.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MENDES, L.M. Influência da idade nas características físico-mecânicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, Lavras, v.2, n.1, p.97-111, 1996.

ZENID, G. J.; CECCANTINI, G. C.T. **Identificação botânica de madeiras**. Educação Continuada. Apostila de curso oferecido pelo laboratório de anatomia e Identificação de Madeiras do Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo – IPT, 2001.