



## PERCENTAGEM DE TECIDOS E BIOMETRIA DE FIBRAS DE FLOEMA DE HÍBRIDOS DE *Eucalyptus urophylla* x *E. camaldulensis* e *E. urophylla*

Caroline J. SARTORI<sup>1</sup>; Graciene da S. MOTA<sup>1</sup>; Tereza, QUILHÓ<sup>2</sup>; Helena PEREIRA<sup>2</sup>; Fábio A. MORI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil

<sup>2</sup> – Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa

### Resumo

A casca é composta pelo floema, pela periderme e pelo ritidoma. No floema os principais tecidos são elementos de tubo crivoso, parênquima axial, células expandidas, fibras, fibroesclereídos esclereídos e parênquima radial. Este trabalho teve como objetivo a determinação da proporção de tecidos e a biometria de fibras da casca de dois clones comerciais de *Eucalyptus*, híbridos de *E. urophylla* x *E. camaldulensis* e *E. urophylla*. A quantificação de tecidos foi feita em cortes transversais obtidos com micrótomo, após inclusão das amostras em PEG-1500, e corados com coloração dupla de crisoidina e azul astral. O comprimento, a largura e a espessura da parede das fibras foi feita em material dissociado numa mistura de peróxido de hidrogênio e ácido acético (1/1), por 24 h a 60 °C e corado com safranina. A determinação da percentagem de tecidos e a dimensão das fibras foi feita a partir imagens digitalizadas. As fibras representam 18% dos tecidos do floema nos híbridos *E. urophylla* x *E. camaldulensis* e de *E. urophylla* com valores semelhantes para o comprimento (1077 µm e 1257µm respectivamente), largura (22 µm) e espessura de parede (7 µm e 8 µm, respetivamente). O parênquima axial foi o tecido mais abundante representando 33% e 39% respectivamente em *E. urophylla* x *E. camaldulensis* e *E. urophylla*.

**Palavras-chave:** Cascas, dimensão de fibras, híbridos de *Eucalyptus*

### Abstract

The bark is composed of phloem, of periderm and of rhytidome. The main tissues in the phloem were: sieve tube elements, axial parenchyma, expanded cells, fibers, fibresclereids sclereids and radial parenchyma. This study aimed to determine the proportion of tissues and fiber biometry of the bark of two commercial clones of *Eucalyptus* hybrids of *E. urophylla* x *E. camaldulensis* and *E. urophylla*. The quantification was made on microtomed sections obtained after inclusion in PEG-1500, and double staining with chrysoidine and astral blue. The fiber length, width and wall thickness was measured in dissociated material in hydrogen peroxide and acetic acid (1/1) for 24 h at 60 °C and stained with safranin. The determination of the percentage of tissues and the size of the fibers was made from digitized images. The fibers represent 18% of phloem in the hybrid *E. urophylla* x *E. camaldulensis* and *E. urophylla* and have similar length (1077 µm and 1257µm respectively), width (22 µm) and wall thickness (7 µm and 8 µm respectively). The axial parenchyma tissue was the most abundant tissue with 33% and 39% in *E. urophylla* x *E. camaldulensis* and *E. urophylla*.

**Keywords:** Barks, fiber dimensions, *Eucalyptus* hybrids



## 1. Introdução

O gênero *Eucalyptus* (família Myrtaceae) é originário da Austrália e foi introduzido no Brasil na segunda metade do século XIX. Devido à grande quantidade de espécies, e à boa adaptação aos solos e climas brasileiros e rápido crescimento de algumas delas, é atualmente o gênero com maior área plantada no Brasil para suprir a demanda dos diferentes setores florestais.

A área de plantios de *Eucalyptus* no Brasil no ano de 2012, correspondeu a cerca de 5 milhões de ha (ABRAF 2013). As cascas são subprodutos ou, mesmo, resíduos para a maioria das indústrias madeireiras, trazendo problemas de descarte, de ordem ambiental e econômica (CARNEIRO et al., 2009). O momento atual privilegia a sustentabilidade florestal, sendo a casca de eucalipto vista não só como um combustível ou uma fonte de fibras para a indústria, mas também como fonte de nutrientes e de carbono e como uma forma de proteção e enriquecimento dos solos florestais. O volume de cascas é de 10% a 18% em espécies comerciais de eucaliptos, as quais são em maioria utilizadas na queima para a geração de energia (FOELKEL, 2005; PEREIRA et al., 2010).

Existem poucos estudos da anatomia da casca comparativamente à madeira. Os primeiros estudos para identificação de *Eucalyptus* pela anatomia da casca foram realizados por Chattaway (1953, 1955a, 1955b, 1955c), destacando-se também os trabalhos de Alfonso (1987) que estudou a casca de 18 espécies de *Eucalyptus* no Brasil, entre os quais *E. camaldulensis*, *E. urophylla* e um híbrido de *E. urophylla*. Para a casca de *E. globulus*, principal espécie para papel, referem-se os trabalhos de Quilhó et al. (1995, 1999, 2000) e Jorge et al. (2000) e recentemente de Patrício (2014) em *E. rudis* e *E. nitens*.

Os trabalhos atuais salientam o potencial da casca de *Eucalyptus spp.* para extração de taninos para produção de adesivos (CARNEIRO et al., 2009, 2010, 2012; MORI et al. 1999, 2000, 2001 2002; VITAL et al., 2004), e curtimento do couro (VAZQUEZ et al., 2009), assim como para produção de bioetanol (BRAGATTO, 2010). O conhecimento das propriedades anatômicas das cascas é de suma importância quando se objetiva o melhor aproveitamento. Foi objetivo deste trabalho contribuir para este conhecimento através da determinação da porcentagem de tecidos e biometria das fibras das cascas de clones comerciais de *Eucalyptus*.

## 2. Material e métodos

### 2.1. Descrição do material e local de coleta

Foram utilizadas cascas de dois clones de *Eucalyptus* provenientes de uma empresa de carvão vegetal, associadas à Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF), localizada no município de Paraopeba, no estado de Minas Gerais, Brasil (19°16'54''S, 44°24'32''W). O clone 1 é um híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *E. camaldulensis* e o clone 2 híbrido de *Eucalyptus urophylla*.

### 2.2. Determinação da porcentagem de tecidos do floema

Para a determinação da porcentagem de tecidos do floema foram realizados cortes no plano transversal da casca. As amostras foram inicialmente incluídas em polietileno glicol 1500 (PEG), dada a fragilidade do material. A superfície a ser seccionada foi plastificada com um adesivo de PVC/acetato de butila (2:1), conforme Barbosa et al. (2010) e realizou-se cortes histológicos com uma espessura de 17 µm, com micrótomo de deslize Leica SM 2400. Os cortes foram corados com crisoidina e azul astral, aplicados em lâminas com esfregação de



glicerina Kaiser, cobertos com papel vegetal e prensados por 24 horas. Após este período, as lâminas foram submersas em solução de álcool e acetato de butila (1:3) e acetato de butila 100% para a remoção da cola de PVC e montadas em entellan.

A percentagem de tecidos foi determinada a partir de imagens digitalizadas de modo a realizar uma varredura no sentido radial das cascas, sobrepondo uma grelha de 48 pontos, com um sistema de análise de imagem Leica Qwin V 3.5.0, acoplado ao microscópio Leica DM LA e câmera digital Leica DFC 320.

### 2.3. Biometria das fibras

Para a individualização dos elementos celulares das cascas empregou-se método de Franklin (1945), em que as amostras foram maceradas em solução de ácido acético e peróxido de hidrogênio (1:1) em estufa a 60 °C, por 24 h. O macerado foi lavado em água corrente e armazenado em álcool 70%. O material foi corado com safranina e azul astral e medidos os comprimento, largura total e espessura do lume e parede de 40 fibras com software Leica Qwin V 3.5.0, acoplado ao microscópio Leica DM LA e câmera digital Leica DFC 320. Os dados foram analisados estatisticamente através de análise de variância. O teste F foi aplicado a 5% de significância e para comparação múltipla das médias utilizou-se o teste de Tukey a 5% de significância utilizando o software *Sisvar* 5.1 Build 72.

## 3. Resultados e discussão

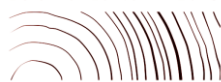
O floema inclui o floema não colapsado e o floema colapsado. O floema não colapsado corresponde à parte ativa, com os elementos de tubo crivoso e células companheiras, parênquima axial e fibras estruturalmente organizados. O floema colapsado é caracterizado pelo colapso dos elementos do tubo crivoso, distorção dos raios e alteração das células de parênquima axial, levando à formação de células expandidas, que progressivamente lenhificam e esclerificam as paredes e à formação de fibroesclerides que foram observados nos elementos dissociados. A estrutura do floema observada nos clones é muito semelhante à descrita para a maioria dos eucaliptos (PEREIRA et al., 2010)

Os valores percentuais de tecidos do floema nos clones estudados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios da proporção de tecidos (%) das cascas dos clones estudados

Tecidos (%)	<i>E.urophylla</i> x <i>E. camaldulensis</i>	<i>E. urophylla</i>
Células expandidas	30,50	21,74
Elementos de tubo crivoso	7,80	6,32
Fibras	17,43	17,79
Parênquima axial	33,49	39,13
Parênquima radial	10,78	15,02

As fibras representaram apenas cerca de 18% dos tecidos do floema, valor semelhante ao assinalado em *E. rudis* (PATRICIO, 2014), mas muito inferior ao valor de 28% encontrado na casca de *E. globulus* (QUILHÓ et al. 2000) ou de 29 a 37% em *E. nitens* (PATRICIO 2014). As fibras são libríformes (Figura 1), com paredes muito pontuadas. No material



dissociado, foi verificada a presença de fibroesclereídes (Figura 1), células semelhantes às fibras mas com comprimento menor e provenientes da alteração de células de parênquima axial e/ou radial que expandem e lignificam progressivamente as suas paredes (QUILHÓ et al., 2000). Segundo Hillis (1972), Bhat (1982) e Pereira et al. 2010, a presença destas células na casca causa deficiência na superfície do papel.

O parênquima axial foi o tecido com maior percentagem na casca (33% e 39%) tais valores são semelhantes com de outros *Eucalyptus* mencionadas na literatura: em *E. regnans* (HILLIS e UDOMPONGSANON, 1990), em *E. globulus* (QUILHÓ et al., 2000; PEREIRA et al. 2010). Foelkel (2005) indica valores na ordem dos 40 a 60% para *Eucalyptus*, sendo esta percentagem considerada desvantajosa para o uso da casca, nomeadamente para a fabricação de papel.

As células expandidas apareceram também em grande percentagem nos dois clones embora com menor percentagem em *E. urophylla* (21,7%). Estas células de origem secundária que se formam devido ao crescimento em diâmetro da árvore aparecem em diferente proporção na casca das várias espécies de *Eucalyptus*: Patricio (2014) refere 48% em *E. rudis* e 27 a 52 % em *E. nitens*, mas Quilhó et al. (2000) indicam valores muito inferiores na ordem dos 7% para *E. globulus*.

Os clones apresentaram uma proporção pequena de elementos de tubo crivoso (7,8 e 6,3%), o que está relacionado com a pequena largura da faixa de floema não colapsado.

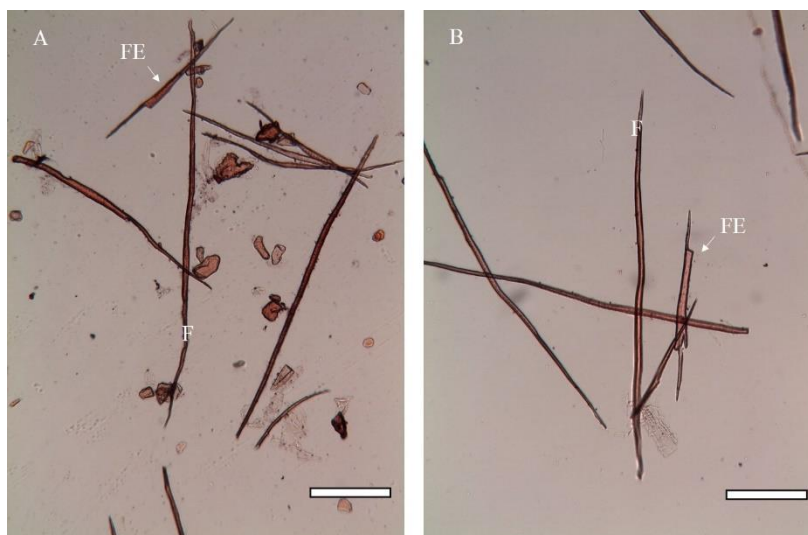


Figura 1. A-B. A. Elementos dissociados de *E. urophylla* x *E. camaldulensis*, fibras (F) e fibroesclereíde (FE). B. Elementos dissociados de híbrido de *E. urophylla*, fibras (F) e fibroesclereíde (FE). Barras A e B = 200  $\mu$ m

O comprimento, o diâmetro total e do lumen e espessura da parede das fibras de floema dos clones estudados estão apresentados na Tabela 2.

O híbrido de *E. urophylla* apresentou fibras mais longas (1257  $\mu$ m), do que o híbrido de *E. urophylla* x *E. camaldulensis* (1077  $\mu$ m). Os valores estão dentro dos valores referenciados por Quilhó et al. (2000) e Jorge et al. (2000) em árvores com 12 e 15 anos de idade em *E. globulus*.



O diâmetro médio das fibras foi semelhante nos dois clones estudados com um valor médio de 22,0  $\mu\text{m}$  e 22,4  $\mu\text{m}$  respectivamente para o híbrido *E. urophylla* x *E. camaldulensis* e o híbrido de *E. urophylla*. Quilho et al. (2000) indicam um diâmetro médio das fibras de *E. globulus* menor variando 15 a 20  $\mu\text{m}$ , embora a espessura de parede das fibras seja semelhante variando entre 6 a 8  $\mu\text{m}$ .

A espessura média da parede das fibras foi semelhante para os dois clones estudados com 6,8  $\mu\text{m}$  e 7,6  $\mu\text{m}$  respectivamente para o híbrido de *E. urophylla* x *E. camaldulensis* e para o híbrido de *E. urophylla*. Estes valores são próximos dos encontrados por Patrício (2014) de 6,3  $\mu\text{m}$  para *E. rudis* e 7,8  $\mu\text{m}$  para *E. nitens*.

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão, máximos e mínimos de comprimento e diâmetro das fibras, diâmetro do lume e espessura de parede das fibras floemáticas dos clones

Parâmetros ( $\mu\text{m}$ )	<i>E. urophylla</i> x <i>E. camaldulensis</i>			<i>E. urophylla</i>		
	Média	Max	Min	Média	Max	Min
Comprimento	1076,73 $\pm$ 158,96	1407,6	9	1257,11 $\pm$ 203,36	1698,15	821,97
Diâmetro total	21,95 $\pm$ 3,07	29,55	16,33	22,36 $\pm$ 2,96	29,30	15,18
Diâmetro do lumen	8,27 $\pm$ 2,46	16,87	3,35	7,26 $\pm$ 2,22	13,02	3,55
Espessura da parede	6,84 $\pm$ 1,12	9,86	4,66	7,55 $\pm$ 1,25	10,83	4,07

#### 4. Agradecimentos

À empresa Vallourec Tubos do Brasil S.A, pela doação do material de estudo, À CAPES, pela bolsa de doutorado e bolsa de doutorado sanduiche no exterior, À Universidade de Lisboa, ao Instituto Superior de Agronomia e Centro de Estudos Florestais pelo acolhimento. À Universidade Federal de Lavras, ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira. Ao apoio da FAPEMIG por conceder recursos financeiros para aquisição de suplementos fundamentais para a realização desse trabalho, bem como viabilizar a participação no II CBCTEM.

#### Referências bibliográficas

ANUÁRIO estatístico da ABRAF 2013: ano base 2012. Brasília, DF: ABRAF, 2013. 146 p.

BARBOSA, A. C. F.; PACE, M. R.; WITOVISK, L.; ANGGYALOSSY V. A new method to obtain good anatomical slides of heterogeneous plant parts. IAWA Journal, v.31, n.4, p.373–383, 2010.

ALFONSO, V. Caracterização anatômica do lenho e casca das principais espécies de *Eucalyptus* L'Herit cultivadas no Brasil. 1987. 189p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

BHAT, K.H. Anatomy, basic density and shrinkage of birch bark. IAWA Bull. n. s. 3: 207–213, 1982.



BRAGATTO, J. Avaliação do potencial da casca de *Eucalyptus* spp. para a produção de bioetanol. 2010. 154p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; CARVALHO, A. M. M. L.; OLIVEIRA, A. C.; PEREIRA, B. L. C.; ANDRADE, B. G. Determinação da massa molar de taninos vegetais através da técnica da cromatografia de permeação em gel. *Sci. For.*, v. 38, n. 87, p. 419-429, 2010.

CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; FREDERICO, P. G. U.; SANTOS, R. C.; SOUSA JÚNIOR, V. P. Efeito da hidrólise ácida dos taninos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden nas propriedades dos adesivos tânicos. *R. Árvore*, v.33, n.4, p.733-739, 2009.

CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; CASTRO, A. F. N. M.; SANTOS, R. C.; CASTRO, R. V. O.; PINHEIRO, M. A. Parâmetros cinéticos de adesivos produzidos a partir de taninos de *Anadenanthera peregrina* e *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*. v.36, n.4, p.767-775, 2012.

CHATTAWAY, M. The anatomy of bark. I. The genus *Eucalyptus*. *Australian Journal of Botany* 1953.

CHATTAWAY, M. The anatomy of bark. II. Oil gland in *Eucalyptus* species. *Australian Journal of Botany*. 1955a. p. 21-27.

CHATTAWAY, M. The anatomy of bark. III. Enlarged fibres in the bloodwoods (*Eucalyptus* spp.). *Australian Journal of Botany*. 1955b. p. 28-38.

CHATTAWAY, M. The anatomy of bark. IV. Radially elongated cells in the phelloderm of species of *Eucalyptus*. *Australian Journal of Botany*. 1955c. p. 39-47.

FOELKEL, C. Casca da árvore de eucalipto. *Eucalyptus online Book & Newsletter*. 2005. Obtido em 2015, de <http://www.eucalyptus.com.br>

FRANKLIN, G. L. Preparation o thin sections of syntetic resins and wood resins composites a new macerating method for wood. *Nature* v. 155, n.51, 1945.

HILLIS, W. E.; UDOMPONGSANON, P.. The proportion of fibres in the bark of *E. globulus* and *E. regnans*. *Appita* , v.43, n.5, p. 363-366. 1990.

HILLIS, W.E. Properties of eucalypt woods of importance to the pulp and paper industry. *Appita* v.26, p.113-122. 1972.

JORGE, F.; QUILHÓ, T.; PEREIRA, H. Variability of fibre length in wood and bark in *eucalyptus globulus*. *IAWA Journal*, v.21, n.1, p. 41-48. 2000.

MORI, F. A.; VITAL, B. R.; LUCIA, R. M. D.; PIMENTA, A. S. Utilização de resinas à base de taninos da casca de *E. grandis* W. Hill ex Maiden na produção de painéis compensados. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 23, n.4, p. 455-461, 1999.



MORI, F. A.; VITAL, B. R.; PIMENTA, A. S.; JAHN, G. N. Estudo de taninos da casca de três espécies de eucaliptos para produção de adesivos (no prelo -Revista Árvore). Revista Árvore, Viçosa, 2000.

MORI, F. A.; VITAL, B. R.; PIMENTA, A. S.; FERRAZ, V. P. Estudo de taninos da casca de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake para produção de adesivos. Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 25, n.2, p. 257-263, 2001.

MORI, F. A.; VITAL, B. R.; PIMENTA, A. S.; TRUGILHO, P. F.; JAHM, G. N.; DELLA LUCIA, R. M. Análise cinética da cura de adesivos de taninos das cascas de três espécies de *Eucalyptus* por calorimetria diferencial exploratória (DSC) R. Árvore. v.26, n.4, p.493-497, 2002.

PATRÍCIO, H. S. M. Caracterização anatômica da casca de *Eucalyptus nitens* (Deane & Maiden) e *Eucalyptus rudis* Endl. para identificação das espécies. 2014. 74p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais) - Universidade de Lisboa, Lisboa

PEREIRA, H., MIRANDA, I., TAVARES, F., GOMINHO, J., QUILHÓ, T., GRAÇA, J., Qualidade e utilização tecnológica do eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Lisboa: Centro de Estudos Florestais, 2010, 377p.

QUILHÓ, T.; PEREIRA, H.; RICHTER, H. Variability of bark structure in plantation-grown *Eucalyptus globulus*. IAWA Journal, v.20, p. 171-180. 1999.

QUILHÓ, T.; PEREIRA, H.; RICHTER, H. Within-tree variation in phloem cell dimensions and proportions in *Eucalyptus globulus*. IAWA Journal, V.21, p. 31-40. 2000.

VITAL, B. R.; CARNEIRO, A. C. O.; PIMENTA, A. S.; DELLA LUCIA, R. M.; Adesivos à base de taninos das cascas de duas espécies de eucalipto para produção de chapas de flocos. R. Árvore, v.28, n.4, p.571-582, 2004.