

VARIABILIDADE DA QUALIDADE DA MADEIRA E DA APTIDÃO PAPELEIRA DE DIFERENTES SUBESPÉCIES DA ESPÉCIE *EUCALYPTUS GLOBULUS* LABILL.

ISABEL MIRANDA* & HELENA PEREIRA*

*DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL, INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA,
TAPADA DA AJUDA, 1399 LISBOA CODEX.

RESUMO

Estudou-se neste trabalho a variabilidade da qualidade da madeira de diferentes subespécies da *Eucalyptus globulus* Labill. (ssp. *Globulus*, ssp. *bicostata* e ssp. *maidenii*) introduzidas experimentalmente em Portugal, em ensaios de proveniências. Foram caracterizadas quanto à composição química, biometria das fibras, densidade e rendimento em pasta.

O comprimento das fibras para as diferentes subespécies da *E. globulus* foi idêntico e em média 0,937 mm. A densidade média foi 0,451 g/cm³, observando-se diferença entre as subespécies *E. globulus* e *E. maidenii*. A média dos valores para a composição química de todas as subespécies foi: cinzas 0,4 %; extractivos 4,9 %; lenhina 29,8 %; açúcares estruturais 68,0 % (% em relação ao peso seco). Verificou-se variabilidade na composição química entre a *E. bicostata* e as outras subespécies ao nível do teor de lenhina e também entre a *E. globulus* e as subespécies *E. bicostata* e *E. maidenii* ao nível do teor de extractivos. O rendimento em pasta médio obtido pelo processo kraft foi 49,0 %, verificando-se diferença entre a *E. globulus* e as subespécies *E. bicostata* e *E. maidenii*

P. C.: *Eucalyptus globulus*; *Eucalyptus bicostata*; *Eucalyptus maidenii*; Biometria de fibras; Composição química; Pasta para papel

SUMMARY

The raw material quality of three subspecies of *Eucalyptus globulus* (ssp. *globulus*, ssp. *bicostata* and ssp. *maidenii*), was assessed in relation to the following parameters that may be relevant for the use of wood as pulp fibre: density, fibre biometry, chemical composition and pulping yield.

The average fibre length was 0,937 mm and no significant differences between were found subspecies. The average wood density was 0,451 g/cm³ and only significant differences were between the subspecies *E. globulus* and *E. maidenii*. Average wood composition (% of o.d. weight) was: ash 0,4 %; extractives 4,9 %; lignin 29,8 % carbohydrates 68,0 %. Significant differences in total extractives were found between the subspecies *E. globulus* and each of the other subspecies as well as in lignin content between *E. bicostata* and the other subspecies. The average pulp yield for the kraft cooks was 49,0 % with significant differences between subspecies *E. globulus* vs *E. bicostata* and *E. maidenii*.

K. W.: *Eucalyptus globulus*; *Eucalyptus bicostata*; *Eucalyptus maidenii*; Fibre biometry; Chemical composition; Pulping

INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento de espécies florestais de rápido crescimento, como é o caso do género *Eucalyptus*, têm como objectivo a produção em grande escala de indivíduos seleccionados que apresentem um conjunto de características de nível superior, tais como maiores produções globais e propriedades intrínsecas mais adequadas à utilização, nomeadamente à produção de celulose. Por este motivo, a selecção de lotes de sementes a utilizar na florestação, e particularmente no caso de exóticas, deverá basear-se em resultados de ensaios de proveniências instalados em regiões semelhantes àsquelas que se pretendem arborizar (Almeida 1993).

Sabendo que as características do material lenhoso usado no fabrico de pasta influenciam a qualidade do produto final, estudou-se neste trabalho a variabilidade das características da qualidade da madeira das diferentes subespécies da *Eucalyptus globulus* Labill introduzidas experimentalmente em Portugal

Entre os parâmetros que definem a qualidade da madeira de eucalipto para produção de pasta para papel incluem-se a densidade, a biometria das fibras, a composição química e as características papleiras (Pereira 1994).

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se 36 proveniências da *Eucalyptus globulus* Labill dos ensaios de proveniências estabelecidos em 6 locais (Núcleo de Barrosas, Vale de Galinha, Furadouro, Vale Seco, Vale das Eiras e Fonte Santa), na área de expansão desta espécie em Portugal, das quais 27 são provenientes da área de distribuição natural (Austrália) e 9 de regiões onde a *E. globulus* é uma exótica (6 são de Portugal, 3 de Espanha). São 26 os lotes pertencentes à *E. globulus* subsp. *Globulus* (16 provenientes da Austrália e 9 provenientes da Península Ibérica), 5 à *E. globulus* subsp. *bicostata* e 6 à *E. globulus* subsp. *maidenii*. O delineamento experimental inclui 7 bloco por cada local e 5 árvores por proveniência (Almeida 1993).

Neste trabalho reportam-se apenas os resultados referentes ao ensaio experimental da Quinta do Furadouro (Óbidos, CELBI), correspondendo a um total de 252 amostras. A amostragem realizou-se quando as árvores tinham 7 anos de idade. Foi retirada uma verrumada de duas árvores por bloco de cada proveniência.

As amostras de madeira foram caracterizadas quanto à densidade, biometria das fibras e composição química. As determinações da densidade e biometria das fibras foram realizadas por árvore individualmente. Os estudos da composição química e da produção de pasta foram realizados em amostras compósitas por proveniências, obtidas a partir da junção das verrumadas dos 7 blocos de cada proveniência.

A densidade foi determinada utilizando-se o método Tappi (T 258 os-76). O estudo dos elementos biométricos foi realizado em elementos dissociados. O comprimento médio das fibras realizou-se sobre os elementos fibrosos e os valores finais foram obtidos a partir da ponderação dos valores médios observados a diferentes percentagens do comprimento do raio (10, 30, 50, 70 e 90%). A composição química (teor de cinzas, extractivos, lenhina e hidratos de carbono estruturais) foi determinada adaptando os métodos standard Tappi. Os extractivos totais foram calculados a partir de extracções sucessivas com diclorometano, etanol e água. A composição dos hidratos de carbono estruturais (glucanas e xilanas) foi determinada por cromatografia (HPLC) dos monómeros correspondentes, após a sua total hidrólise.

Os ensaios de produção de pasta foram realizados em digestores descontínuos rotativos, com 50 ml de capacidade, com as seguintes condições operatórias: temperatura máxima de cozimento 170 °C, tempo à temperatura máxima 120 min, razão licor madeira 4/1 (l/kg), alcali

activo (Na_2O , % peso seco de madeira) 15 %, Sulfidez 30 %. Os rendimentos em pasta foram calculados em % relativamente ao peso seco de madeira utilizada e o teor de lenhina residual das pastas utilizando-se o método standard Tappi (T 13 m-54).

As três subespécies em estudo foram comparadas, através da análise de variância dos valores médios dos diferentes parâmetros de qualidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação radial do comprimento médio das fibras nas amostras das árvores individuais das subespécies da *Eucalyptus globulus* com 7 anos de idade das várias subespécies encontra-se representada no Quadro 1. O comprimento médio das fibras assim como os valores médios para a espessura de parede, largura do lúmem e a densidade das subespécies em estudo, encontram-se no Quadro 2

O estudo da variação radial do comprimento das fibras mostra um aumento gradual do comprimento do centro para a periferia. Segundo Jorge (1994) este aumento atinge um valor máximo, depois do qual o permanece constante. Aos 7 anos de idade, este aspecto apenas se verifica na subespécie *bicostata*, observa-se uma tendência para a estabilização do comprimento nas posições 70 e 90 %

Verificou-se que, o comprimento médio das fibras para as subespécies da espécie *E. globulus* são idênticos e em média 0,937 mm, são sensivelmente iguais aos referidos por outros autores para a *E. globulus*, variando entre 0,97 e 0,94 mm (Jorge 1994). A análise de variância indicou não haver diferenças significativas entre os comprimentos médios das fibras das subespécies em estudo.

As dimensões transversais das fibras (espessura de parede e diâmetro do lúmem) são idênticos entre as subespécies das proveniências estudadas; são, em média, 4,76 μm para a espessura de parede e 9,28 μm para o diâmetro do lúmem.

A densidade foi em média 0,451 g/cm^3 . Verificou-se que existe diferença estatística significativa entre a densidade da *E. maidenii* e da *E. globulus* da Península Ibérica e da Austrália. Considerando que os valores médios da densidade em árvores muito jovens (1 ano) e adultas (12 anos) da espécie *Eucalyptus globulus* são aproximadamente 0,430 g/cm^3 (Pereira 1990) e 0,500 g/cm^3 (Carvalho 1984) respectivamente, verifica-se que aos 7 anos a *E. globulus* apresenta características de material jovem ao passo que a *E. maidenii* apresenta característica de material mais adulto.

No Quadro 3 apresentam-se os valores médios para a composição química das amostras das diferentes subespécies. A composição química do lenho (% de peso seco de madeira) foi em média: extractivos totais 4,9 %, lenhina total 29,8 %, açúcares estruturais 68,0 % e cinzas 0,4 %.

- Dos resultados obtidos para o teor de substâncias extractáveis, verifica-se que a *E. globulus* apresenta valores inferiores (de 1,4 a 2,9 %) relativamente às *E. bicostata* e *E. maidenii*. Esta diferença verifica-se essencialmente ao nível dos compostos mais polares (extractos em etanol e água): por exemplo, os extractos em água da *E. bicostata* e *E. maidenii* são respectivamente 0,6 e 1,8 % superiores à *E. globulus*. O conteúdo em compostos não polares (extractos em diclorometano) são idênticos e baixos para todos os casos. Da análise de variância realizada para o teor de extractivos verificou-se diferença estatística significativa para os seguintes casos:

- Extractivos totais: *globulus* e *maidenii*; *globulus* e *bicostata*; *globulus* (P.Ibérica) e *maidenii*; *globulus* (Austrália) e *maidenii*; *globulus* (Australia) e *bicostata*

- Extractivos em Etanol: *globulus* e *maidenii*; *globulus* (P.Ibérica) e *maidenii*; *globulus* (Australia) e *maidenii*.

- Extractivos em Água: *globulus* e *bicostata*; *globulus* (Australia) e *bicostata*.

Verificou-se que o conteúdo médio de lenhina observado para a *E. maidenii* é significativamente superior (6-9 %) relativamente aos das outras subespécies. Estes teores de lenhinas são altos comparados com teores observados em madeiras de *Eucalyptus globulus* em idade de corte (cerca de 23,4 %) (Pereira 1988 e Jorge 1994). Da análise de variância observou-se uma diferença estatística dos valores médios de lenhina total entre subespécie *E. bicostata* e as outras subespécies

Os teores de glucanas e xilanas foram em média 44,4 % e 23,5 % respectivamente. A análise de variância indicou não existir diferença estatística significativa entre as subespécies. Os valores observados para a glucana apresentam-se ligeiramente inferiores aos verificados para a *E. globulus* em idade de corte (cerca de 54,0%), assim como os valores das xilanas (cerca de 18,9%), apresentam-se ligeiramente superiores (Pereira 1988 e Jorge 1994)

Os rendimentos médios das pastas kraft obtidas para as diferentes subespécies apresentam-se no Quadro 4. Os rendimentos em pasta obtidos pela *E. globulus* foram relativamente às outras subespécies cerca de 1-3% superiores. Considerando o teor médio de lenhina residual (2,7 %) e o rendimento obtido, verifica-se que a *E. globulus* (Austrália e P. Ibérica) apresenta bons rendimentos para o mesmo nível de deslenhificação. O estudo estatístico indicou relativamente ao rendimento em pasta livre de lenhina, a existência de diferença significativa entre as pastas das subespécies : *E. globulus* (Austrália) e *E. maidenii* e *E. bicostata*; *E. globulus* e *E. maidenii* e *E. bicostata*; *E. globulus* (P. Ibérica) e *E. bicostata*.

CONCLUSÕES

- As três subespécies da *Eucalyptus globulus* apresentaram boas características como matéria prima para a produção de pasta, nomeadamente em relação ao rendimento e grau de deslenhificação.

- Verificou-se que as três subespécies apresentaram homogeneidade relativamente à biometria das fibras mas variabilidade na composição química ao nível do teor de lenhina e de extractivos. A subespécie *globulus* apresentou características químicas mais favoráveis (menores teores de lenhina e de extractivos) relativamente às subespécies *bicostata* e *maidenii*. O rendimento em pasta é também superior na *E. globulus*.

- Na subespécie *E. globulus* verificou-se que não havia diferença significativa nas características da madeira entre as proveniências da área de distribuição natural (Austrália) e as proveniências de regiões onde é uma exótica (Península Ibérica).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.H.R. (1993). *Estudo da variabilidade geográfica em Eucalyptus globulus Labill.* Dissertação de Doutoramento. UTL, Inst. Sup. Agronomia.

CARVALHO, P.O. (1984). *Biomassa e características físicas em Eucalyptus globulus Labill. Contribuição para o seu estudo.* Tese final do Curso de Engº Silvicultor. UTL Inst. Sup. Agronomia. Lisboa.

JORGE, M.F.C.T.F. (1994). *Variabilidade anatômica, física e química da madeira da Eucalyptus globulus Labill.* Dissertação de Doutoramento. UTL, Inst. Sup. Agronomia.

PEREIRA, H. (1988). Variability in the chemical composition of plantation eucalypts (*Eucalyptus globulus* Labill.). *Wood and Fiber Science*, 20(1): 82-90.

PEREIRA, H. e C. ARAÚJO. (1990). Raw-material quality of fast grown *Eucalyptus globulus* during the first year. *IAWA Bull.n.s.* **11**(4): 421-427.

PEREIRA, H. (1994). The raw-material quality of *Eucalyptus globulus*. In: J.S. Pereira & H. Pereira (Eds.) "*Eucalyptus for Biomass Production*" Commission of the European Communities. Lisboa, pp 294,299.

Posições do raio	<i>globulus</i>	<i>globulus.</i> (Austr.)	<i>globulus</i> (P.Ibér.)	<i>bicostata</i>	<i>maidenii</i>
10 %	0,757 (0,116)	0,756 (0,107)	0,758 (0,134)	0,731 (0,112)	0,764 (0,080)
30 %	0,836 (0,101)	0,833 (0,095)	0,840 (0,113)	0,821 (0,100)	0,847 (0,070)
50 %	0,904 (0,094)	0,913 (0,097)	0,889 (0,091)	0,888 (0,056)	0,916 (0,090)
70 %	0,958 (0,092)	0,964 (0,106)	0,947 (0,064)	0,928 (0,083)	0,953 (0,065)
90 %	1,028 (0,139)	1,021 (0,110)	1,039 (0,182)	0,929 (0,057)	1,006 (0,070)

Quadro 1 Variação do comprimento médio das fibras ao longo do raio para as diferentes subespécies.

	<i>globulus</i>	<i>globulus.</i> (Austr.)	<i>globulus</i> (P.Ibér.)	<i>bicostata</i>	<i>maidenii</i>
Comprimento médio das fibras (mm)	0,949 (0,120)	0,963 (0,140)	0,934 (0,091)	0,899 (0,084)	0,939 (0,078)
Espessura de parede (μm)	4,80 (0,69)	4,48 (0,64)	4,73 (0,66)	4,91 (0,73)	4,88 (0,87)
Diâmetro do lúmem (μm)	9,33 (2,26)	9,73 (2,46)	9,23 (1,88)	8,94 (1,90)	9,17 (2,28)
Densidade (g/cm^3)	0,440 (0,014)	0,438 (0,010)	0,442 (0,019)	0,455 (0,013)	0,481 (0,028)

Quadro 2 Dimensões transversais (espessura de parede e diâmetro do lúmem), comprimentos médios ponderados verificados nas fibras e densidade média (g/cm^3) para as diferentes subespécies em estudo.

	<i>globulus</i>	<i>globulus</i> (Austrália)	<i>globulus</i> (P. Ibérica)	<i>bicostata</i>	<i>maidenii</i>
Cinzas	0,5 (0,2)	0,4 (0,2)	0,6 (0,2)	0,4 (0,1)	0,3 (0,1)
Extractivos, Total	4,0 (1,0)	3,8 (1,0)	4,3 (1,0)	5,7 (1,2)	6,7 (1,0)
Diclorometano	0,6 (0,3)	0,5 (0,3)	0,6 (0,2)	0,8 (0,4)	0,7 (0,3)
Etanol	1,5 (0,5)	1,4 (0,5)	1,7 (0,69)	2,1 (0,7)	3,3 (1,1)
Água	2,0 (0,6)	1,9 (0,6)	2,0 (0,69)	2,9 (0,6)	2,7 (0,3)
Lenhina, Total	28,5 (4,6)	29,5 (5,4)	26,6 (1,7)	35,9 (1,9)	28,3 (7,1)
klason	24,0 (4,3)	25,0 (5,0)	22,4 (1,8)	31,8 (2,1)	23,8 (7,1)
solúvel	4,5 (1,0)	4,5 (1,0)	4,2 (1,0)	4,2 (0,9)	4,5 (0,8)
Hidratos de carbono, Total	68,7 (3,1)	69,1 (2,5)	68,0 (4,0)	69,0 (2,9)	65,0 (3,7)
Glucanas	45,5 (2,0)	45,8 (2,1)	45,1 (2,0)	44,6 (1,5)	41,2 (3,9)
Xilanas	23,2 (2,4)	23,3 (2,5)	22,9 (2,5)	24,4 (2,3)	23,8 (2,5)

Quadro 3 Composição química (média e desvio padrão) observada nas amostras das diferentes subespécies (% em relação ao peso seco de madeira).

Proveniências	Rendimento (%)	Rend. livre de lenhina (%)	Glucanas (%)	Xilanas (%)	Lenhina residual (%)
<i>globulus</i>	51,9 (1,1)	50,4 (1,2)	76,7 (3,0)	18,3 (1,9)	2,9 (0,9)
<i>globulus</i> (Australia)	52,3 (0,8)	50,6 (0,9)	75,4 (2,8)	18,9 (1,7)	2,9 (1,1)
<i>globulus</i> (P.Ibérica)	51,2 (1,1)	49,7 (1,2)	78,8 (2,1)	17,2 (1,7)	2,9 (0,7)
<i>bicostata</i>	48,4 (1,9)	46,7 (1,7)	75,0 (1,0)	20,7 (3,8)	2,2 (1,0)
<i>maidenii</i>	49,1 (2,0)	47,7 (1,9)	74,7 (3,8)	17,9 (1,9)	2,5 (1,0)

Quadro 4 Valores do rendimento (% em relação ao peso inicial de madeira) para as pastas produzidas pelo processo kraft para as diferentes subespécies, e respectiva composição química. (% em relação ao peso de pasta)