

ALTERNATIVE SPECIES FOR THE FOREST INDUSTRY AS FORMS OF DIVERSIFY THE LANDSCAPE.

António Santos¹, Rogério Simões¹, Helena Pereira² and Ofélia Anjos^{2,3}

¹Universidade da Beira Interior, 6201- 001 Covilhã, Portugal

²Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, 1349-017 Lisboa, Portugal

³Escola Superior Agrária de Castelo Branco, 6001 - 909 Castelo Branco, Portugal

Abstract

Together the forest and industrial activities within the Portuguese forest sector have a great importance in the national economy. The most used wood species in Portugal for industry (wood panel, sawmill, wood crates) are pine and eucalypt, which leads to extreme dependence and competition between the various industries for the same material, and thus unsustainable pressure on these forest resources. This is one of the causes of the decrease of pinewood area in recent years. On the other hand, this dependence leads to extensive areas of forest monocultures and, subsequently, increased risk of the forest fire propagation.

This work intends to stimulate the diversification of the wood products used in the national industry of pulp and to provide a pulp with appropriate characteristics for incorporation as fiber for paper reinforcement. At the level of forest producers, the use of this prime-material would increase competitiveness among tree species and revitalization of less favoured rural areas and, turning them into a possible solution for the lack of wood and an incentive to the reforestation of these areas.

Wood from species *Cupressus sempervirens* and *Cupressus arizonica*, *Acacia dealbata* and *Acacia melanoxylon* were analysed. Content of extractives and of Klason lignin, fibre length and coarseness were determined. Representative wood samples from *Pinus pinaster* grown in Portugal and from *Pinus sylvestris* grown in Finland were used as reference. The wood from *Cupressus sempervirens* showed lower Klason lignin and a fibre quality that appears to be more adequate to pulp and paper.

Acacia species, with their relatively short, flexible and collapsible fibres, have potential to produce papers with good relationships light scattering/tensile strength and smoothness/tensile strength, at low energy consumption in refining. The studied acacia species showed slightly better performance in pulping than the *Eucalyptus globulus* sample used as a comparison.

Key Words: *Cupressus*, *Acacia*, paper potential, diversification.

Resumo

As actividades florestais e industriais relacionadas com a fileira florestal portuguesa têm uma grande importância na economia nacional.

As espécies lenhosas mais usadas em Portugal pela indústria (pasta, serração, placas derivadas de madeira) são o pinho bravo e o eucalipto, o que leva a uma dependência extrema e competição entre as diversas indústrias pelo mesmo material, provocando uma pressão grande sobre estes recursos florestais, contribuindo para o decréscimo da área de pinho.

Pretende-se estimular a diversificação da matéria-prima utilizada na indústria nacional de pasta para papel no sentido de obter fibras com boas características para incorporação e reforço de papel de impressão e escrita. Ao nível dos produtores florestais a utilização de novas matérias primas ou a utilização de espécies invasoras pode contribuir por um lado para incrementar uma diversidade de opções para reflorestação de novas áreas e por outro lado no sentido de combater e ordenar o avanço das espécies invasoras.

Para o estudo foram utilizadas árvores de *Cupressus arizonica*, *Cupressus sempervirens*, *Acacia dealbata* e *Acacia melanoxylon*. Foi determinado o teor de extractivos e lenhina klason, comprimento das fibras e massa linear. Amostras representativas de madeira de *Pinus pinaster* de origem nacional e *Pinus sylvestris* de origem nórdica foram tomados com referência. A

madeira proveniente da *C. sempervirens* apresentou menor conteúdo de lenhina Klason e uma qualidade de fibra mais adequada para a indústria de pasta e papel.

As fibras da madeira de Acácia são relativamente pequenas e apresentam boa flexibilidade e colapcibilidade, tem potencial para produzir papéis com valores adequados relativos à relação coeficiente de difusão da luz/ tenção de tracção and smoothness/tenção de tracção, para baixos níveis de refinação e baixo consumo de energia. As espécies de Acácia estudadas apresentam bom comportamento para a produção de pasta para papel quando comparadas com o *Eucalyptus globulus*.

Palavras chave: *Cupressus*, *Acacia*, potencial papeleiro, diversidade.

Introdução

Na indústria de pasta para papel de fibra curta é conhecida a importância crescente das pastas de eucalipto para o fabrico de uma vasta gama de papéis, nomeadamente de impressão, escrita, sanitários e domésticos. Nomeadamente as pastas de *E. globulus* são consideradas de primeira qualidade e comercialmente competitivas.

No sector das pastas de fibra longa, a mesma posição de qualidade reconhecida não é ocupada pelo *P. pinaster*, tendo-se criado, no meio papeleiro, a ideia de que as pastas cruas e sobretudo as branqueadas produzidas a partir do pinho português apresentam características físico-mecânicas inferiores às das correspondentes de origem nórdica.

Em Portugal, a produção de pasta para papel tem um peso considerável, sendo a produção de pasta crua de fibra longa de cerca de 273 000 toneladas por ano, produzida exclusivamente a partir de pinho. Esta produção representa 17% da produção total de pasta (pinho e eucalipto). As necessidades do mercado nacional em fibra longa branqueada, nomeadamente como fibra de reforço em papéis de impressão e escrita, que ascendem a cerca de 100 000 toneladas por ano, são satisfeitas através da importação de pastas. Neste contexto, é fundamental encontrar alternativas para valorizar os produtos nacionais, numa perspectiva de minimizar as importações, e encontrar soluções vantajosas para zonas não florestadas devido às fracas condições edafoclimáticas. Ao nível dos produtores é importante demonstrar a aptidão de matérias alternativas de modo a incentivar a sua plantação e aumentar a competitividade entre espécies, permitindo a revitalização de áreas marginais e desfavorecidas. Por outro lado é necessário dar a conhecer as possíveis utilizações de espécies que estão já presentes no país como invasoras.

Neste âmbito podem considerar-se algumas espécies de ciprestes e de acácias que ocorrem em Portugal. Alguns estudos foram já efectuados com o objectivo de contribuir para a diversificação das matérias lenhosas usadas pela indústria nacional de pasta para papel e proporcionar uma pasta com características apropriadas para a sua incorporação como fibra de reforço nos papéis de impressão e escrita (Santos *et al.*, 2002; Almeida *et al.*, 2003; Santos *et al.*, 2004a; Santos *et al.*, 2004b).

O género *Cupressus*, árvores vulgarmente conhecidas por ciprestes, é constituído por diversas espécies, algumas das quais podem ter algum interesse para Portugal, sobretudo na perspectiva da utilização em determinadas arborizações mais difíceis, nas quais outras resinosas dão poucas garantias de êxito (Alves, 1982). Além disso, permite que se implantem povoamentos mistos, visto ser possível fazer consociações com outras espécies, evitando grandes extensões de monoculturas e prevenindo os incêndios florestais. As espécies deste género apresentam a madeira muito aromática, sem resina (Cela *et al.*, 1998).

A *C. arizonica* é natural das montanhas do Arizona, Novo México e Texas, onde cresce entre 1000 e 2000 metros de altitude (Ducrey *et al.*, 1999). É xerófila, portanto muito resistente à seca e relativamente tolerante ao frio e à geada. Consegue vegetar em quase todos os tipos de solos, mas é intolerante a solos encharcados e não se consegue adaptar aos terrenos rochosos ácidos e superficiais. Cresce de forma rápida, sendo pouco longeva. Quanto à sua morfologia, é uma árvore que poderá atingir 15 metros de altura, de copa piriforme e no nosso território possui folhagem em tons azulados. A casca do tronco é muito lisa e vistosa, desprendendo-se em

escamas (Cela *et al.*, 1998). Geralmente é usada em jardinagem e paisagismo (Alves, 1982; Cela *et al.*, 1998)

A *C. sempervirens* é originária do Este e Sul da bacia do Mediterrâneo, e existe naturalmente desde o Irão até Marrocos, onde atinge 2000 metros de altitude (Ducrey *et al.*, 1999). O cipreste comum comporta-se como termófila, muito xerófila, moderadamente heliófila, muito frugal, adaptando-se a todos os tipos de solos incluindo os calcários (Alves, 1982). Pode atingir 30 metros de altura, de um verde intenso, sendo a casca do tronco acinzentada e finamente estriada. Normalmente usada em jardinagem e paisagismo, sendo muito usada em cortinas de abrigo (Cela *et al.*, 1998). É recomendada para a constituição de povoamentos mistos, nomeadamente com pinheiro bravo, manso, do Alepo e também com carvalhos de folha persistente (Alves, 1982). A sua madeira é muito fina e aromática, sendo muito apreciada para tanoaria, artesanato e para o fabrico de instrumentos de corda.

Somerville (1993) verificou-se que a madeira de *C. macrocarpa*, com 27 anos, apresentava características para a produção de pasta ligeiramente inferior às observadas para a *P. radiata*; no entanto, esta espécie apresenta algumas características, nomeadamente do valor de massa linear (0,138 mg/m para estilha com densidade básica de 0,405g/cm³), que poderão ter interesse quando misturadas com outras matérias primas.

Num estudo preliminar com diferentes espécies obtiveram-se rendimentos em pasta aceitáveis e material fibroso com características interessantes e com elevada diversidade, o que poderá abrir campo de utilização a esta matéria prima, por exemplo a incorporação com a pasta de eucalipto para a produção de papel de impressão e escrita (Almeida *et al.*, 2003).

A madeira de cipreste pode ser considerada para diferentes usos tecnológicos, apresentando máxima durabilidade natural contra todos os agentes de degradação, variações dimensionais muito reduzidas, propriedades mecânicas gerais (dureza e resistência) semelhantes às das madeiras semi-duras de árvores tropicais de folha caduca, adequadas para inúmeras utilizações, grão fino e acabamento de qualidade (Thibaut *et al.*, 1999). No entanto, o reduzido volume actualmente disponível não fomenta a sua utilização industrial pelo que deveria ser considerada como uma espécie a incluir nos povoamentos florestais, não só pelo aumento da diversidade como também pela ajuda que dá no retardamento do avanço dos fogos florestais.

Quanto às acácias, verifica-se que algumas espécies proveniente dos países asiáticos concorrem com as pastas de *E. globulus* spp.. O crescente número de plantações com fins industriais, as boas condições ecológicas destas regiões (Balodis e Clark, 1998; Matheson, *et al.*, 1998) e a qualidade da fibra (Paavilainen, 1998) constituem factores que potenciam a utilização desta fibra.

Portugal tem boas condições ecológicas para o desenvolvimento de algumas espécies de *Acacia*, existindo alguns povoamentos espontâneos. Porém, os estudos relacionados com a aptidão papeleira destas espécies são escassos. Gil *et al.* (1999), num estudo preliminar, mostraram que as madeiras de diferentes espécies de *Acácia* apresentam uma boa aptidão para o processo de transformação em pasta crua, e o consumo de reagentes no cozimento e o grau de deslinhificação é próximo do observado para o *E. globulus*, embora dando origem a papéis de menor densidade e com maior resistência ao rasgamento, para um dado índice de tracção (Santos *et al.*, 2002).

A *A. dealbata* tem-se espalhado por todo o País, devido às suas belas flores amarelas e pelo facto de serem uma espécie de rápido crescimento que vegetam facilmente em solos não florestados. A *A. melanoxylon*, também muito disseminada em Portugal é a que atinge maior porte e produz uma madeira escura, muito apreciada para mobiliário (Goes, 1991).

No entanto, estas acácias levantam graves problemas, por serem invasoras e porque são difíceis de eliminar, quando se pretende efectuar reconversão da cultura, devido às raízes retalhadas que poderão ficar no terreno, dando origem a novas árvores e à existência de inúmeras sementes que normalmente, só germinam passados vários anos (Goes, 1991).

Em alguns países as acácias são cultivadas com diversas finalidades tais como: combustível (lenha), sustentação de taludes das estradas, produção de taninos, matérias corantes, carpintaria, forragens e mesmo como ornamental. Estas árvores ostentam uma folhagem atractiva, sendo denominadas pelos Australianos de “Golden Showers” (Chuvas douradas) enquanto que os Sul Africanos as designam por “Green Cancer” (Cancro verde) devido ao seu desenvolvimento fora de controlo. Um possível controlo para esta espécie poderia passar precisamente pela sua condução em alto fuste ordenando a sua disposição no terreno e ao mesmo tempo dar uma utilidade à sua madeira de modo a incentivar os proprietários ao seu controle e abate.

Material e métodos

A madeira de acácia utilizada neste trabalho foi facultada sob a forma de rolaria pela Estação Florestal Nacional, das espécies *A. dealbata* e *A. melanoxylon* provenientes das Dunas de Mira e Mata Nacional de Camarido, respectivamente. A madeira de cipreste é proveniente de um povoamento na região de Castelo Branco e corresponde às espécies de *C. sempervirens* e *C. arizonica*.

A madeira foi utilizada sob a forma de estilhas, classificadas num sistema de crivos, tendo sido seleccionadas as aparas com espessura inferior a 8 mm.

A densidade das aparas foi determinada segundo o método Tappi T 258 os-76, tendo-se obtido os seguintes valores:

- *A. dealbata* – 351 kg/m³;
- *A. melanoxylon* – 387 kg/m³;
- *E. globulus* – 536 kg/m³;
- *C. sempervirens* – 463 kg/m³;
- *C. arizonica* – 423 kg/m³;
- *P. pinaster* – 465 kg/m³;
- *P. sylvestris* – 423 kg/m³.

A análise química das diferentes espécies foi efectuada segundo métodos standard.

As aparas crivadas foram submetidas ao processo Kraft para a produção das correspondentes pastas cruas e comparadas com as pastas de mercado. As condições de cozimento das diferentes espécies encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Condições de cozimento		
	Acácia	Cipreste
Carga de alcalina activa (%)	22	25
Alcali efectivo (%)	18,7	21,3
Sulfidez (%)	30	30
Relação líquido/madeira	4:1	5:1
Tempo até à temperatura máxima (min)	90	90
Tempo à temperatura máxima (min)	120	150
Temperatura máxima (°C)	160	170

As pastas cruas obtidas, depois de desintegradas e lavadas, foram submetidas a um branqueamento ECF com dióxido de cloro, segundo uma sequência de cinco estágios (D₀, E₀, D₁, E₁, D₂).

Como referência, para as folhosas utilizaram-se folhas produzidas com fibra de *E. globulus* e para as resinosas folhas produzidas com fibra de *P. pinaster* e *P. sylvestris*, sujeitas ao mesmo tratamento. Procedeu-se à produção de folhas com os seguintes níveis de refinação: 0; 500; 2500 e 4500 revoluções, para as folhosas e 0; 100; 4500 e 7000 revoluções para as resinosas. Para todas as folhas, foram determinadas as propriedades morfológicas das fibras da

pasta. As folhas de papel laboratorial foram caracterizadas em termos estruturais, ópticos e de resistência mecânica.

Para todas as espécies estudadas consideram-se fibras as unidades estruturais do papel que correspondem, anatomicamente, às fibras (fibra curta) no caso das folhosas e aos traqueídeos (fibra longa) no caso das resinosas.

Resultados

Nas Figuras 1, 2 e 3 estão representadas as características biométricas estudadas para as espécies de folhosas. O eucalipto apresenta maior comprimento de fibra e menor largura quando comparado com as acácias, o que se reflecte numa maior massa linear. A menor massa linear apresentada pelas espécies de acácia traduz-se previsivelmente numa maior flexibilidade e colapsibilidade das fibras, o que poderá constituir vantagem ao nível do consumo específico de energia na refinação para obter um papel com uma determinada densidade.

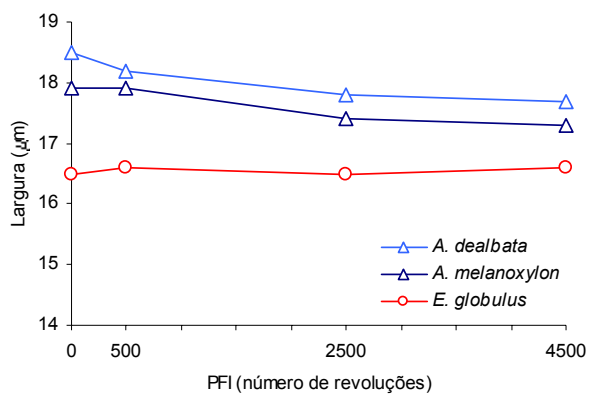


Figura 1 – Largura da fibra das espécies de folhosas estudadas.

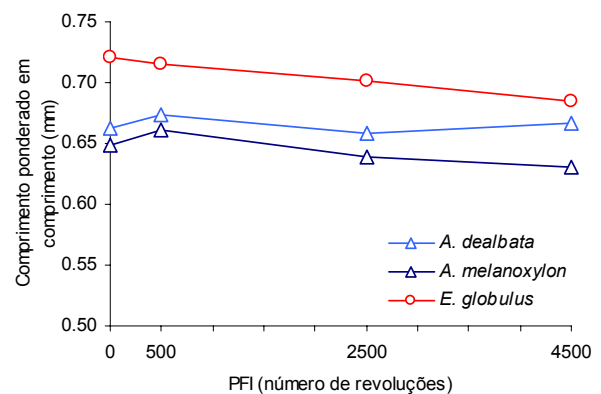


Figura 2 – Comprimento ponderado em comprimento da fibra das espécies de folhosas estudadas.

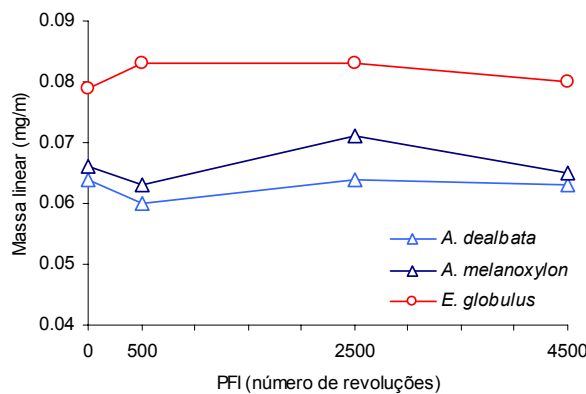


Figura 3 - Massa linear das espécies de folhosas estudadas.

Nas Figuras 4, 5 e 6 estão representadas as características biométricas estudadas para as espécies de resinosas. As fibras de cipreste apresentam menor largura, comprimento inferior e menor massa linear, quando comparadas com as fibras de pinho. No entanto, as fibras da *C. sempervirens* são as que apresentam valores mais próximos dos observados para o pinho de origem nórdica. Também esta propriedade poderá corresponder a uma vantagem da fibra de cipreste como fibra de reforço nesse tipo de papel. O potencial destas fibras em diversas aplicações papeleiras deve ser objecto de estudo posterior.

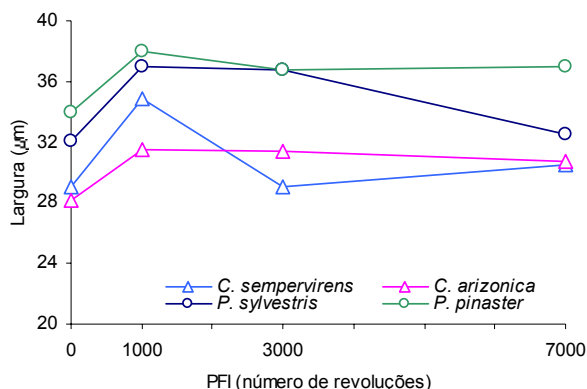


Figura 4 – Largura das fibras das espécies de resinosas estudadas.

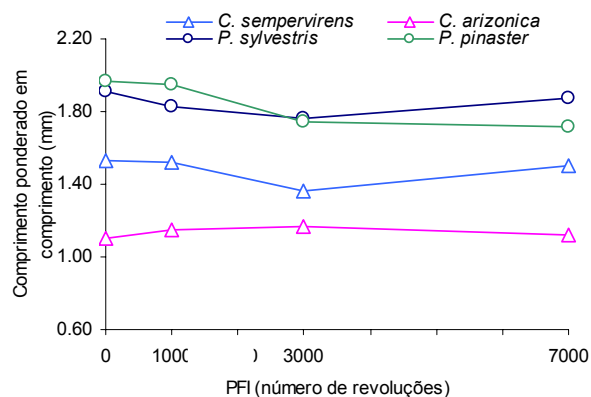


Figura 5 – Comprimento ponderado em comprimento das fibras das espécies de resinosas estudadas.

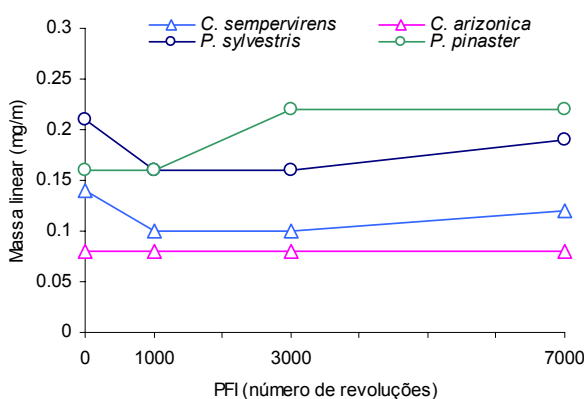


Figura 6 - Massa linear das espécies de resinosas estudadas.

No que se refere à composição química das folhosas (Tabela 2), pode observar-se que as espécies do género *Acacia* apresentam menor teor de extractivos totais o que pode constituir uma vantagem, uma vez que um maior conteúdo de extractivos está associado a um maior consumo de reagentes no cozimento e no branqueamento. A maior diferença é observada na extracção com diclorometano que corresponde a compostos apolares. As acácias estudadas apresentam, também, um menor teor de lenhina. Estas diferenças na composição química explicam algumas diferenças observadas ao nível do comportamento observado no cozimento (Tabela 3). Assim, as acácias apresentam um rendimento em pasta superior, face ao observado para o eucalipto, e índice kappa ligeiramente inferior devido ao menor conteúdo em lenhina.

Tabela 2 – Composição química das aparas das folhosas

	Lenhina	Extractivos			Extractivos totais
	Klason (%)	Diclorometano	Etanol	Água	
<i>A. dealbata</i>	18,2 (±1,2)	0,42 (±0,08)	1,92 (±0,13)	1,17 (±0,11)	3,5 (±0,08)
<i>A. melanoxylon</i>	17,5 (±1,6)	0,43 (±0,11)	1,81 (±0,32)	0,93 (±0,06)	3,2 (±0,41)
<i>E. globulus</i>	20,0 (±0,9)	1,58 (±0,03)	1,78 (±0,19)	1,37 (±0,43)	4,7 (±0,58)

Tabela 3 – Resultados dos cozimento das folhosas.

	<i>A. dealbata</i>	<i>A. melanoxylon</i>	<i>E. globulus</i>
Rendimento em pasta (%)	51.2	53.2	50.5
Incozidos (%)	0.3	0.4	0.3
Consumo de alkali efectivo, NaOH (%)	15.6	15.1	15.2
Índice Kappa	12.4	10.9	14.1
Viscosidade intrínseca (cm ³ /g)	996	980	956

As espécies de ciprestes estudadas apresentam um maior teor de extractivos totais (Tabela 4), sendo as maiores diferenças observadas para os extractivos com diclorometano. O teor de lenhina é superior para as espécies de ciprestes, o que pode constituir uma desvantagem. No entanto, as árvores estudadas apresentam uma idade inferior aos pinheiros tomados como referência o que pode aumentar o teor em lenhina (Zobel and Buijtenen, 1989).

Os rendimentos em pasta das espécies de cipreste são inferiores aos observados para os pinheiros. No entanto, esta diferença pode não ser apenas devido às diferenças entre espécies, mas também devido aos factores de crescimento anteriormente apresentados. Os valores do índice kappa são ligeiramente superiores, em princípio, devido ao maior conteúdo em lenhina apresentado pelos *Cupressus*.

Tabela 4 – Composição química das aparas das resinosas

	Lenhina	Extractivos			Extractivos totais
	Klason (%)	Diclorometano	Etanol	Água	
<i>C. sempervirens</i>	33,3 (±0,5)	0,61 (±0,07)	3,72 (±0,17)	2,13 (±0,41)	6,44 (±0,52)
<i>C. arizonica</i>	35,2 (±0,8)	0,50 (±0,06)	2,67 (±0,11)	1,81 (±0,21)	5,01 (±0,28)
<i>P. sylvestris</i>	28,4 (±0,6)	2,45 (±0,04)	1,15 (±0,08)	0,87 (±0,10)	4,48 (±0,19)
<i>P. pinaster</i>	29,1 (±0,3)	2,85 (±0,04)	1,05 (±0,05)	1,15 (±0,22)	5,05 (±0,17)

Tabela 5 – Resultados dos cozimento das resinosas

	<i>C. sempervirens</i>	<i>C. arizonica</i>	<i>P. sylvestris</i>	<i>P. pinaster</i>
Rendimento em pasta (%)	37,5	37,4	43,5	40,8
Incozidos (%)	4,3	3,2	2,0	3,0
Consumo de alkali efectivo, NaOH (%)	17,1	16,9	17,4	17,9
Índice Kappa	36,8	35,3	32,6	32,9
Viscosidade intrínseca (cm ³ /g)	798	707	1100	931

Na Figura 7 está representada a evolução da massa volúmica das folhas produzidas com fibra das folhosas em função do nível de refinação. As fibras de acácia apresentam, para um mesmo nível de refinação, massa volúmica significativamente superior (teste Scheffé a 95% de confiança) à observada para o eucalipto, o que pode constituir uma vantagem do ponto de vista do consumo de energia na refinação.

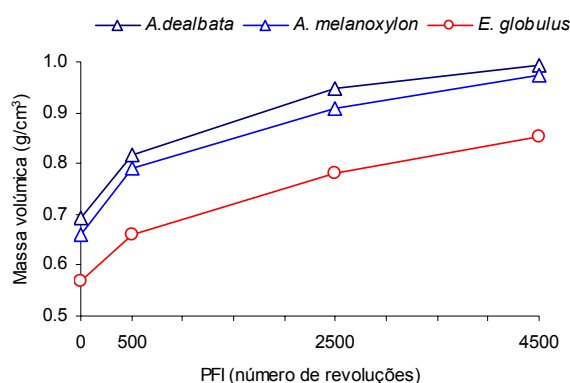


Figura 7 - Variação da massa volúmica das folhas em função do nível de refinação para as espécies de folhosas estudadas.

Para o mesmo nível de refinação os valores do índice de tracção para as três espécies de folhosas são semelhantes (Figura 8). No entanto, quando se representa o índice de tracção em função da massa volúmica (Figura 9) verifica-se que o eucalipto atinge os mesmos valores de índice de tracção para densidades de papel inferiores, o que se traduz em vantagem na opacidade.

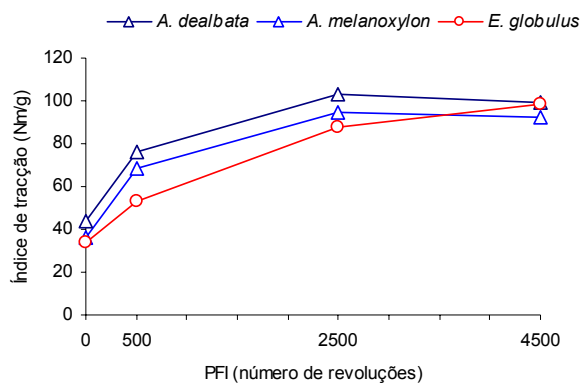


Figura 8 – Variação do índice de tração da folha em função do nível de refinação para as espécies de folhosas estudadas.

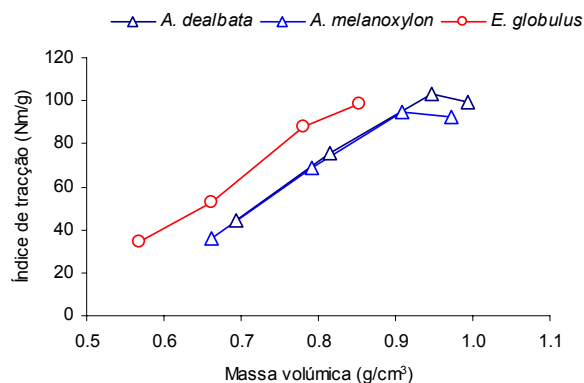


Figura 9 – Variação do índice de tração da folha em função do nível de refinação para as espécies de folhosas estudadas.

As folhas de acácia apresentam maior lisura (Figura 10), o que é consistente com a maior densidade e que poderá ser devido à maior flexibilidade e colapsibilidade das fibras. Para níveis de refinação mais intensos verifica-se uma superioridade das fibras de eucalipto face às de acácia na resposta ao rasgamento (Figura 11), possivelmente devido ao maior comprimento das fibras de eucalipto.

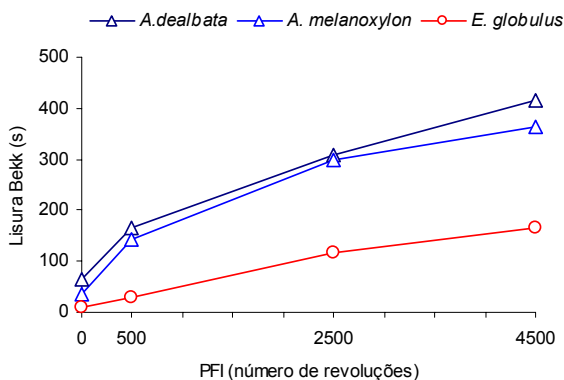


Figura 10 – Variação da lisura da superfície da folha em função do nível de refinação para as espécies de folhosas estudadas.

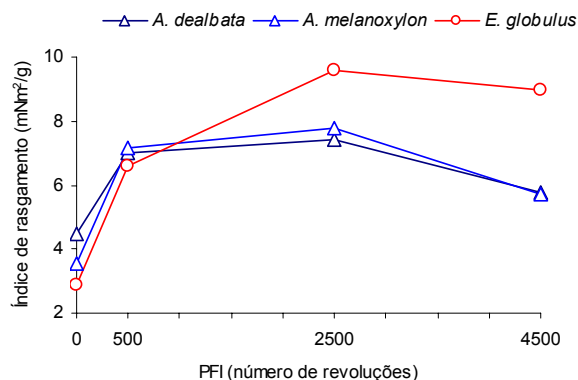


Figura 11 – Variação do índice rasgamento da folha em função do nível de refinação para as espécies de folhosas estudadas.

Relativamente às resinosas estudadas, para todos os níveis de refinação a massa volúmica das folhas dos pinhos apresentam valores inferiores aos observados para as espécies de *Cupressus* (Figura 12), o que pode ter interesse para algumas utilizações papeleiras.

Para o índice de tração (Figura 13), não existem diferenças significativas para os diferentes níveis de refinação para as quatro espécies de resinosas estudadas. No entanto, quando se compara o valor deste índice em função a massa volúmica (Figura 14) verifica-se que para densidades inferiores da folhas de *Pinus* se obtém os mesmos valores de índice de tração, o que pode constituir uma desvantagem desta fibra.

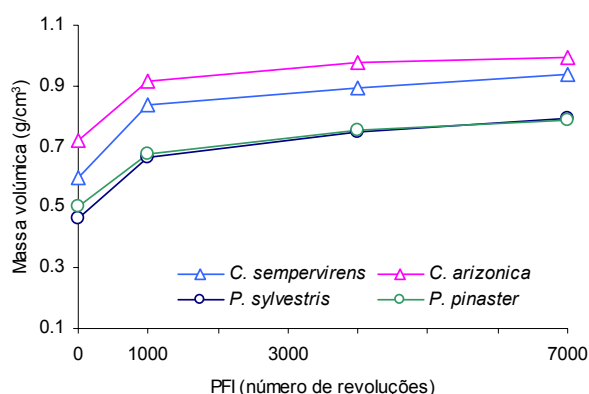


Figura 12 - Variação da massa volúmica das folhas em função do nível de refinação para as espécies de resinosas estudadas.

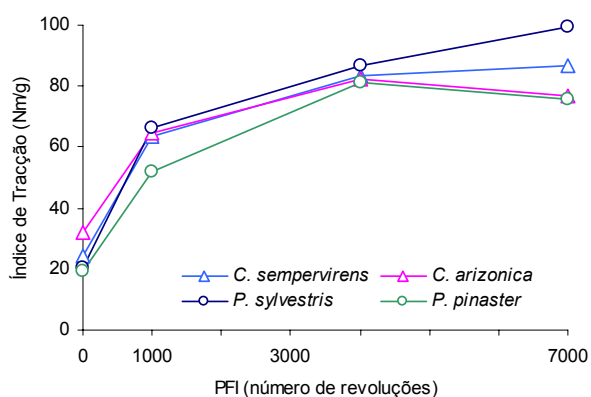


Figura 13 - Variação do índice de tracção da folha em função do nível de refinação para as espécies de resinosas estudadas.

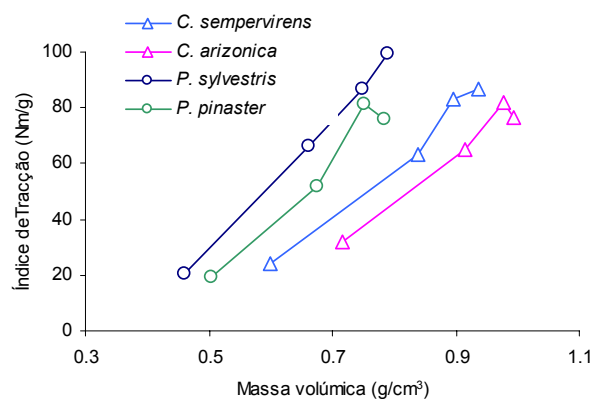


Figura 14 - Variação do índice de tracção da folha em função da massa volúmica para as espécies de resinosas estudadas.

Relativamente à lisura do papel (Figura 15), pode observar-se que as fibras apresentam valores estatisticamente superiores aos observados para as correspondentes folhas de *Pinus*. A resistência ao rasgamento (Figura 16) das folhas dos pinhos é superior à observada para os *Cupressus* em resultados das diferenças observadas nas características biométricas das fibras, nomeadamente no comprimento.

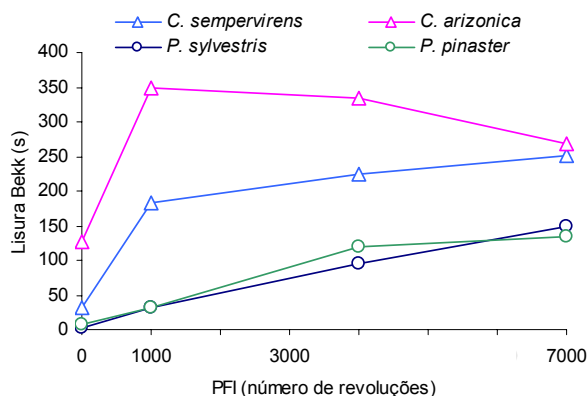


Figura 15 - Variação da lisura da superfície da folha em função do nível de refinação para as espécies de resinosas estudadas.

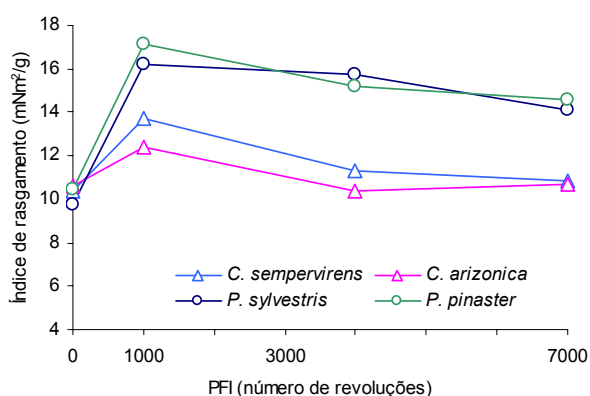


Figura 16 - Variação do índice de rasgamento da folha em função do nível de refinação para as espécies de resinosas estudadas.

Conclusões

Verificou-se que as espécies de *Cupressus* em estudo (*C. sempervirens* e *C. arizonica*), apresentam em geral características inferiores, para a produção de pasta de papel, que as fornecidas pelo género *Pinus*. A *C. sempervirens*, no entanto, apresenta características biométricas relativamente próximas do *P. sylvestris*, o que é indicador positivo, a explorar em futuras investigações.

A madeira de *A. melanoxylon* testada conduz a maior rendimento em pasta e deslenhifica ligeiramente melhor que as madeiras de *A. dealbata* e de *E. globulus*. As características biométricas do material fibroso das pastas de Acácias são semelhantes entre si e significativamente diferentes das da *E. globulus* usado, apresentando menor massa linear e maior largura, o que lhes confere maior flexibilidade e colapsibilidade. No entanto, a *E. globulus* possui maior resistência à tracção e rasgamento, em consequência da maior resistência intrínseca das fibras e do seu maior comprimento.

Bibliografia

- Almeida M., Santos A., Morais C., Pereira H. Anjos O. and Simões R., 2003. The Potential of *Cupressus arizonica* and *Cupressus sempervirens* for Pulp Production, International Conference WPP 2003, Chemical Technology of Wood, Pulp and Paper, 17-19 Set. Bratislava, Slovak Republic. pp:109-114
- Alves, A.A.M., 1982. Técnicas de produção florestal. Instituto Nacional de Investigação Científica. Lisboa.
- Balodis, V., Clark, N.B., 1998. Tropical acacia – the new pulpwood, *APPITA Journal*. 51(19): 179-181.
- Cela, P.G., Gamarra, R.G., Viñas, J.I.G., 1998. Árboles y Arbustos de la Península Ibérica e las Islas Baleares. Madrid.
- Ducrey M., Brofas G., Andréoli C., Raddi P., 1999. O género *Cupressus*. In: Cross, T., Ducrey M., Barthélémy D., Pichot, C., Giannini R., Raddi, P., Roques, A., Sales Luis, J., Thibaut, B. (Eds), O Cipreste – Manual técnico. Studio Leonardo, Florença Itália. pp. 9-26.
- Gil, C., Amaral, M. E., Tavares, M., Simões R., 1999. Estudo do potencial papeleiro da Acacia spp. In Comunicações do 1º Encontro sobre Invasoras lenhosas, Gerés, 171 pp.
- Goes, E., 1991. A floresta portuguesa: sua importância e descrição das espécies de maior interesse. Portucel. Lisboa.
- Matheson, A. C., Harwood, C. E., Michell, A. J., 1998. Tropical Australian Acacias, *APPITA Journal*. 51(7):261- 265.
- Paavilainen, L., 1993. Importance of cross-dimensional fibre properties and coarseness for the characterisation of softwood sulphate pulp. *Paperi Ja Puu*. 75 (5); 343-351.
- Santos A., Anjos O., Simões R., 2002. Estudo Preliminar Sobre o Potencial Papeleiro da Acacia spp., II Congresso Ibero - Americano de Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos Florestais, I Seminário em Tecnologia da Madeira e Produtos Florestais não – madeiráveis, 9-13 Setembro, Curitiba, Brasil. In Cd Room.
- Santos A., Anjos O., Simões R., 2004a. Paper making potential of Acacia (Submitted to *APPITA Journal*).
- Santos A., Anjos O., Simões R., 2004b. Avaliação da qualidade do papel produzido com fibra de Acacia spp. (Submetido à revista *Silva Lusitana*).
- Somerville A., 1993. Growth and utilisation of Young *Cupressus macrocarpa*. *New Zealand journal of Forestry Science*. 23(2): 163-78.
- Thibaut, T., Carvalho A., Paraskevopoulou, K., Zanuttini, R., Chanson, B., Gérard, J., 1999. Qualidade e utilizações da madeira. In: Cross, T., Ducrey M., Barthélémy D., Pichot, C., Giannini R., Raddi, P., Roques, A., Sales Luis, J., Thibaut, B. (Eds), O Cipreste – Manual técnico, Studio Leonardo, Florença Itália. pp. 109-126.

Zobel, B.J.; Buijtenen, J.P.V., 1989. Wood Variation its Causes and Control, Springer Series in Wood Science, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.