

# REABILITAÇÃO DO COBERTO LENHOSO RIBEIRINHO NAS MARGENS DA LAGOA DOS LINHOS, MATA NACIONAL DO URSO

## REHABILITATION OF WOODY RIPARIAN VEGETATION IN THE MARGINS OF THE LINHOS LAGOON, AT URSO NATIONAL FOREST

FABIÃO, ANDRÉ<sup>1</sup>; CARNEIRO, M.<sup>1</sup>; FABIÃO, ANTÓNIO<sup>1</sup>; PEREIRA, F.<sup>2</sup>;  
CANCELA, J. H.<sup>3</sup>; PIMENTEL, F.<sup>4</sup>

---

### RESUMO

Para determinar a viabilidade da reabilitação de coberto lenhoso ribeirinho usando técnicas de repovoamento florestal, realizou-se na Lagoa dos Linhos (Mata Nacional do Urso) um ensaio de instalação de espécies ribeirinhas. As espécies utilizadas foram: *Quercus faginea*, *Q. robur*, *Salix atrocinerea*, *Crataegus monogyna*, *Populus nigra*, *Tamarix africana*, *Acer campestre* e *A. monspessulanum*. *Quercus faginea* e *A. campestre* foram instaladas por plantação (pura e mista) e sementeira directa (pura), tendo as restantes espécies sido plantadas em composição mista. Determinaram-se durante 34 meses a sobrevivência e o crescimento, concluindo-se que

a técnica de instalação (sementeira ou plantação) apenas influenciou a sobrevivência de *A. campestre*, com insucesso total na área semeada. A composição não afectou a sobrevivência de *Q. faginea* e *A. campestre* plantados, mas o primeiro cresceu mais rapidamente em composição pura. A sobrevivência atingiu os 98,3% em *A. campestre* e *Q. faginea* plantados em composição pura.

**Palavras-chave:** crescimento, galeria ribeirinha, reabilitação, restauração, sobrevivência.

### ABSTRACT

To test the viability of riparian cover restoration using common methods of forestation, a field trial consisting on installation of riparian species was performed at Lagoa dos Linhos (Urso National Forest). The species utilized were: *Quercus faginea*, *Q. robur*, *Salix atrocinerea*, *Crataegus monogyna*, *Populus nigra*, *Tamarix africana*, *Acer campestre* and *A. monspessulanum*. *Quercus faginea* and *A. campestre* were planted (pure and mixed compositions) and directly sown (pure composition), whereas the remaining species were all planted with mixed composition. Survival and growth were monitored during 34 months,

---

<sup>1</sup> Dep.º Eng.º Florestal, Inst. Sup. Agronomia, 1349-017 Lisboa, tel. 21 365 33 65, fax 21 364 50 00, andrefabiao@isa.utl.pt;

<sup>2</sup> Unidade Departamental de Silvicultura e Recursos Naturais, Esc. Sup. Agrária de Castelo Branco, Quinta da Senhora de Mércules, Apartado 119, 6001-909 Castelo Branco;

<sup>3</sup> Circunscrição Florestal do Centro, R. Antero de Quental 167, 3000-032 Coimbra;

<sup>4</sup> Greenpeace International – European Unit, Chaussé de Haecht 159, B-1030 Brussels, Belgium.

allowing the conclusion that the installation method (sowing or plantation) influenced the survival of *A. campestre*, which did not succeed in the sown area. Species composition did not affect the survival of planted *Q. faginea* or *A. campestre*, but the former grew faster with pure than mixed composition. Survival was as high as 98,3% in both planted *A. campestre* and *Q. faginea* pure stands.

**Key-words:** growth, rehabilitation, restoration, riparian gallery, survival.

## INTRODUÇÃO

Os ecossistemas ribeirinhos funcionam como ecótonos de transição entre habitats que se distinguem pela disponibilidade hídrica ao nível do solo e pelas características físicas e químicas do substrato (Fernandes, 1995; Brinson & Verhoeven, 1999). Esta circunstância condiciona, aliás, as suas elevadas produtividade e instabilidade (Décamps & Tabacchi, 1992). As margens dos cursos de água estabelecem, assim, a ligação entre os meios terrestre e aquático, sendo influenciadas pelos processos fluviais de inundação periódica, sedimentação e erosão, e apresentando estrutura e heterogeneidade dependentes da magnitude e variabilidade daqueles processos, nomeadamente do regime hidrológico e da dinâmica geomorfológica (Price & Lovett, 2002). Este espaço tridimensional adjacente à água designa-se por zona ribeirinha ou zona ripícola, variando a sua extensão transversal desde uma estreita faixa nas cabeceiras e ao longo dos troços fluviais de baixa ordem, até uma vasta área nos rios aluviais (González del Tánago & Garcia de Jálón, 1998).

A importância ambiental destes ecossistemas é muito elevada. A sua vegetação própria constitui o suporte alimentar de variadas espécies da fauna terrestre e aquática, assentando

nela, em grande parte, a produtividade dos ecossistemas ribeirinhos (Pieczynska, 1990; González del Tánago & Garcia de Jálón, 1998; Mitsch & Gosselink, 2000; Duarte *et al.*, 2002). Por outro lado, a vegetação ribeirinha proporciona também suporte físico, incluindo local de postura e abrigo, a várias espécies, nomeadamente peixes (resíduos lenhosos e raízes submersas), aves, pequenos mamíferos e outros (Mitsch & Gosselink, 2000; Virgós, 2001; Duarte *et al.*, 2002; Friedman & Lee, 2002; Moreira & Duarte, 2002).

As galerias constituídas por vegetação lenhosa ribeirinha contribuem para atenuar e retardar os caudais de ponta de cheia, apresentando também um importante papel na estabilidade dos taludes marginais das linhas de água (Jeffries & Mills, 1991; Moreira *et al.*, 1999; Abernethy & Rutherford, 2000; Tabacchi *et al.*, 2000; Duarte *et al.*, 2002; Price & Lovett, 2002; Brooks *et al.*, 2003; McKergow *et al.*, 2003). Aquela vegetação pode também actuar como um filtro biológico, absorvendo nutrientes e retendo micro-poluentes provenientes de excessos de aplicação nas culturas da bacia de alimentação, reduzindo desta forma o seu arrastamento para as linhas de água (Moreira *et al.*, 1999; Price & Lovett, 2002).

Apesar da natureza dinâmica de muitas formações vegetais ripícolas, estas podem facilmente sofrer alterações provocadas pelas actividades humanas (Brinson & Verhoeven, 1999). Vários estudos comprovaram o efeito negativo que os impactos antropogénicos, nomeadamente as variações hidrológicas inerentes ao rebaixamento dos níveis freáticos, provocam na composição das fitocenoses ribeirinhas e concomitante diversidade (Mitsch & Gosselink, 2000). Por outro lado, com as pressões devidas ao crescimento de áreas agricultadas ou urbanizadas, muitas destas galerias ribeirinhas foram desaparecendo ou degradando-se, sobretudo nas regiões

economicamente desenvolvidas, onde a água abundante e fácil de utilizar constituiu um factor desse desenvolvimento (Stanners & Bourdeau, 1995; Prosser *et al.*, 2000; Hession *et al.*, 2000; Duarte *et al.*, 2002; Price & Lovett, 2002; Corbacho *et al.*, 2003; Angradi *et al.*, 2004).

A ciência florestal tem dado pouca atenção ao desenvolvimento de metodologias específicas para a reabilitação e o ordenamento de galerias lenhosas ripícolas, apesar do seu potencial económico e da importância ambiental que possuem. Consequentemente, é pertinente a realização de ensaios experimentais visando a reabilitação destas formações nas áreas de onde desapareceram ou onde se encontrem muito reduzidas ou degradadas (Carneiro *et al.*, 2001). Tal reabilitação é indispensável para a manutenção da biodiversidade e da sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos (em sentido lato) e também para assegurar a sua integridade ecológica (Brinson & Verhoeven, 1999).

Nesse âmbito, o presente estudo teve por objectivo determinar a viabilidade da reabilitação de um coberto lenhoso ripícola, através da utilização de técnicas comuns de repovoamento florestal, com espécies lenhosas supostas adequadas àquele tipo de meio. Desta forma, procurou-se: (1) avaliar a sobrevivência e o crescimento globais das espécies utilizadas, (2) determinar se a sobrevivência e o crescimento em altura variam significativamente em função da técnica de instalação (sementeira directa *versus* plantação) de espécies arbóreas ribeirinhas, (3) determinar se existem diferenças significativas de sobrevivência e de crescimento entre plantas das mesmas espécies instaladas em composições pura e mista. Em virtude de o local de ensaio se situar nas margens de uma pequena lagoa susceptível de fornecer refúgio adequado a aves aquáticas, houve a preocupação de proceder a essa restauração recorrendo a espécies arbóreas e

arbustivas capazes de fornecerem coberto de ocultação e/ou favorecerem a disponibilidade de recursos alimentares utilizáveis por aquelas aves. A escolha das espécies também foi influenciada pela disponibilidade de plantas e sementes e pelo interesse e intenção de comparar espécies com sementes e plântulas robustas (como os carvalhos), com outra de sementes e plântulas mais sensíveis a irregularidades climáticas (como os bôrdos).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização e Caracterização do Local do Ensaio

O ensaio foi instalado nas margens da Lagoa dos Linhos, na Mata Nacional do Urso, a Sul da Figueira da Foz e a cerca de 11 km do estuário do Rio Mondego. A área da Lagoa abrange os concelhos de Pombal e Figueira da Foz, enquadrando-se na carta militar n.º 261, à escala 1:25000, que apenas tem representada a vala de alimentação. A formação desta Lagoa deve-se, em larga medida, à interposição de uma comporta naquela vala, condicionando o alagamento de uma área com cerca de 10 ha.

Para caracterizar o clima do local, recorreu-se às normais climatológicas (1931-1960) da Estação Meteorológica da Figueira da Foz, próxima do local do ensaio, com as coordenadas 40° 09' lat. N, 8° 51' long. W e 12 m a. n. m. (Ferreira, 1970). A temperatura média anual (T) é de 15°C, sendo a média mensal mínima de 10,1°C (em Janeiro) e a máxima de 19,2°C (em Agosto). Ocorrem nos mesmos meses, respectivamente, a média das mínimas mais baixa (7,0°C) e a média das máximas mais elevada (22,5°C). A precipitação média anual (P) é de 627,1 mm, ocorrendo o valor máximo em Janeiro (93,3 mm) e o mínimo em Julho (5,4 mm). A estação

seca ( $P < 2T$ ), decorre entre Junho e Setembro, representando a precipitação que ocorre nesse período 9,7% do total anual.

A Lagoa dos Linhos faz parte do sistema aquífero Leirosa-Monte Real que, neste local, é constituído essencialmente por sedimentos sub-horizontais do Plio-Plistocénico indiferenciado (de uma forma geral, com espessura até 25 metros a Norte da Lagoa e superior a este valor a Sul da mesma), recobertos por dunas e areias de duna de granulometria fina e bem calibrada (Almeida *et al.*, 2000).

No referente aos solos, Carneiro (2000), refere que o local do ensaio é constituído por podzóis (70%) e podzóis hidromórficos (30%).

### Preparação da Estação

Numa primeira fase, em 1996, a Lagoa dos Linhos foi sujeita a trabalhos de eliminação de exemplares de espécies arbóreas exóticas, nomeadamente *Eucalyptus globulus* e *Acacia* spp..

A preparação do terreno para a instalação do ensaio consistiu na limpeza de 3 ha de vegetação na área de expansão da Lagoa, na altura não inundada, recorrendo à pá frontal de um tractor de rasto. A vegetação e a camada superficial de solo, assim como os resíduos provenientes da limpeza da área inundada, foram deslocados para o limite da Lagoa, de forma a ficarem afastados da massa de água. Simultaneamente com a remoção dos resíduos realizou-se o rampeamento da área, de modo a obter-se um declive suave, não alterando de forma significativa o relevo geral do terreno. Procedeu-se também ao corte de toda a vegetação invasora na área de expansão da Lagoa.

Os trabalhos de reconstrução da comporta, no âmbito do presente ensaio, bem como de remoção de vegetação, encontravam-se concluídos em Dezembro de 1999. No entanto, a comporta reconstruída viria a ceder em

Março de 2000, em consequência de caudais muito elevados que provocaram o aluimento de uma das estruturas laterais de suporte, reduzindo novamente o nível da água a uma cota da mesma ordem de grandeza da existente antes das operações de recuperação.

### Plantação e Sementeira

A instalação do novo coberto ribeirinho efectuou-se sem mobilização generalizada do solo. Foi delimitada no terreno uma área semicircular de cerca de 4000 m<sup>2</sup>, dividida em 2 estratos: um núcleo central arborizado por plantação de composição mista, envolto por uma coroa circular arborizada por plantação e sementeira de composição pura. Ambos os estratos ficaram atravessados a meio, radialmente, por um caminho de acesso de 4 m de largura. As covas de plantação e os covachos de sementeira foram abertos com uma broca de 60 cm de comprimento e 20 cm de diâmetro, accionada por um motor a dois tempos e operada manualmente. O compasso foi de 1,5x1,5m em todas as áreas, para favorecer um fechamento rápido do copado.

O núcleo central foi subdividido em duas subparcelas, M1 e M2, separadas pelo caminho de acesso, arborizadas da seguinte forma: M1 com *Quercus faginea*, *Q. robur*, *Salix atrocinerea*, *Crataegus monogyna*, *Populus nigra* e *Tamarix africana*; M2 com *Acer campestre*, *P. nigra*, *S. atrocinerea*, *Q. faginea* e *Acer monspessulanum*. A zona envolvente foi dividida também em duas subparcelas com uma espécie cada, subdivididas em áreas de plantação (P) e de sementeira directa (S). Nas áreas PQ e SQ instalou-se *Q. faginea* e nas áreas PA e SA *A. campestre*. A instalação terminou em Dezembro de 1999. Em todos os casos foram definidas parcelas de estudo de 20 árvores, com as seguintes repetições: M1 e M2, 2 parcelas cada; PQ, SQ e PA, 3 parcelas cada; SA, 4 parcelas.

### Produção das Plantas em Viveiro

As plantas utilizadas no ensaio foram produzidas no Viveiro Florestal do Instituto Superior de Agronomia. A propagação das plantas de *Quercus faginea*, *Q. robur*, *Crataegus monogyna*, *Acer campestre* e *A. monspessulanum* realizou-se a partir de semente, enquanto as plantas de *Salix atrocinerea*, *Populus nigra* e *Tamarix africana* foram produzidas por enraizamento de estacas caulinares provenientes, respectivamente, da Quinta do Furadouro, Óbidos (as duas primeiras) e de São Pedro do Estoril, junto à costa. A semente de *Q. faginea* foi colhida em Aljubarrota e Alvaiázere, a de *Q. robur* em Vieira do Minho (gentilmente cedida pelo CENASEF), a de *C. monogyna* na Tapada da Ajuda e em parte adquirida a uma empresa espanhola, e a de *A. monspessulanum* no Parque Natural da Arrábida.

As estacas foram enraizadas, em Janeiro e Fevereiro de 1996, em sacos de polietileno de 800 cm<sup>3</sup> (*S. atrocinerea*) e 510 cm<sup>3</sup> (*P. nigra* e *T. africana*). Decorrido um ano, foram transplantadas para vasos de 5 ou 7 litros, consoante o tamanho das plantas. A germinação do material seminal em viveiro teve lugar em 1998, com excepção de um lote de *Q. faginea* e de *C. monogyna* (semeados em 1997) e de *A. campestre* (em 1994). Foram utilizados contentores de 510 cm<sup>3</sup> (parte da *Q. faginea* e *Q. robur*), 310 cm<sup>3</sup> (parte da *Q. faginea* e da *C. monogyna*) e de 115 cm<sup>3</sup> (parte da *C. monogyna*), bem como em sacos de polietileno de 310 cm<sup>3</sup> (*A. monspessulanum*) e de 510 cm<sup>3</sup> (*A. campestre*). Em todos os casos foi utilizado um substrato composto por 1/3 de turfa, 1/3 de terra de jardim e 1/3 de areia, em volume.

As sementes de *Q. faginea* utilizadas para sementeira directa tinham as mesmas proveniências que as utilizadas na produção de plantas e foram conservadas por estratificação em areia húmida a 5° C, durante 1 mês

(Alvaiázere) ou 2 meses (Aljubarrota), após saturação por imersão em água. No caso de *Acer campestre*, as sementes da Tapada da Ajuda foram também estratificadas em frio, durante 2 meses, previamente à sementeira, enquanto as de Huesca (pré-Pirenéus Arago-neses, adquiridas no comércio de sementes), foram apenas saturadas por imersão durante 72 horas.

### Recolha de Dados

A sobrevivência e o crescimento das plantas foram avaliados durante 34 meses. Contaram-se as plantas vivas e, em cada uma, determinou-se a altura até à extremidade viva mais alta (com uma haste graduada em milímetros). Este procedimento iniciou-se em Dezembro de 1999, quando da instalação, repetindo-se de forma regular, com intervalos entre determinações de aproximadamente 8 semanas, até Setembro de 2000. Entre esta data e Abril de 2002 não foram efectuadas determinações, tendo-se então reiniciado estas, com intervalos de 12 semanas, até Outubro de 2002.

No referente às plantas semeadas directamente, foi avaliada a taxa de germinação e posteriores sobrevivência e crescimento, utilizando métodos idênticos.

### Análise de Resultados

Para determinar se a sobrevivência variava significativamente entre a sementeira e a plantação de *Q. faginea* ou de *A. campestre*, ou entre as plantas das mesmas espécies das áreas de composição mista e pura, seleccionou-se um modelo de regressão linear múltipla, tendo como base a equação logística linearizada (Hosmer & Lemeshow, 1989).

A equação logística linearizada pode usar-se em situações em que uma das variáveis predictoras apenas pode tomar os valores 0 e 1 (Myers, 1986; Hosmer & Lemeshow, 1989).

As variáveis consideradas no presente ensaio como respeitando essa condição foram a técnica de instalação (TEC) – plantação (0) vs. sementeira (1) – e a composição (COMP), pura (0) vs. mista (1). O espaço de tempo decorrido (em meses) desde a instalação até cada uma das medições (t), foi a segunda variável preditora. A variável resposta foi a proporção de sobreviventes (P) em cada área no final dos diferentes períodos de tempo decorridos desde a instalação, de acordo com as seguintes equações:

$$\begin{aligned} \text{Log}(P/(1-P)) &= \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 \text{TEC} + \beta_3 t \text{TEC}; \\ \text{Log}(P/(1-P)) &= \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 \text{COMP} + \beta_3 t \text{COMP}. \end{aligned}$$

Para que a equação logística tivesse solução possível, os valores 0 e 1 (0 e 100% de sobrevivência) foram substituídos por 0,0001 e 0,9999, respectivamente.

Para o ajustamento e avaliação dos modelos de regressão recorreu-se à aplicação *Microsoft Excel for Windows 2000 version 9.0*, usando um procedimento de regressão linear múltipla para testar o ajustamento dos modelos aos respectivos dados, com base nos valores da estatística F. Aquela aplicação permitiu ainda testar a significância das variáveis **TEC** e **COMP** para o modelo, através dos valores da estatística t para  $p < 0,05$ .

Para a avaliação do crescimento em altura, designadamente no referente às diferenças entre plantação e sementeira directa e entre composições pura e mista, no *Q. faginea* e no *A. campestre*, recorreu-se apenas a parâmetros estatísticos descritivos. Esta opção foi imposta pelo tipo de delineamento experimental adoptado no ensaio e pelas características do parâmetro a avaliar, que inviabilizaram a aplicação de testes de significância estatística que fossem inequívocos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Sobrevivência e Germinação

A percentagem máxima de germinação nas áreas instaladas por sementeira directa (SA e SQ) atingiu apenas 50% no caso de *A. campestre* (SA) e 43,3% em *Q. faginea* (SQ). A quantidade de semente utilizada por unidade de área pode ser considerada baixa, dado que a instalação foi executada em covachos separados entre si por 1,5 metros. Esta densidade de sementeira justificava-se pela intenção de comparar o sucesso da sementeira com o da plantação. Normalmente, a quantidade de semente seria mais elevada, tanto mais que o local da instalação é adequado à sementeira em linhas.

No final do ensaio (Outubro de 2002), apenas na área SA (sementeira de *A. campestre*) se verificou uma taxa de sobrevivência nula (Figura 1). Este insucesso pode dever-se a um desenvolvimento das plantas insuficiente para suportarem a secura no primeiro Verão, designadamente por falta de expansão das raízes. O acesso à humidade do solo é crucial para a sobrevivência das plantas ribeirinhas, especialmente no período mais favorável à actividade vegetativa (Hughes *et al.*, 2001). Na área SQ (sementeira de *Q. faginea*) a sobrevivência das plantas que germinaram foi elevada, atingindo os 92,3% no final do ensaio. Neste caso, contudo, o crescimento inicial das plantas foi mais rápido, o que lhes poderá ter permitido uma melhor adaptação às condições do local. Nas restantes áreas a sobrevivência foi também elevada, atingindo em PA (plantação de *A. campestre*) e PQ (plantação de *Q. faginea*) 98,3% aos 34 meses. Nas áreas M1 e M2 determinaram-se taxas médias de sobrevivência, no final do ensaio, respectivamente de 87,5 e 87,2%. A diminuição da proporção de sobreviventes de *S. atrocinerea* ao longo do período do ensaio poder-se-á dever à desc-

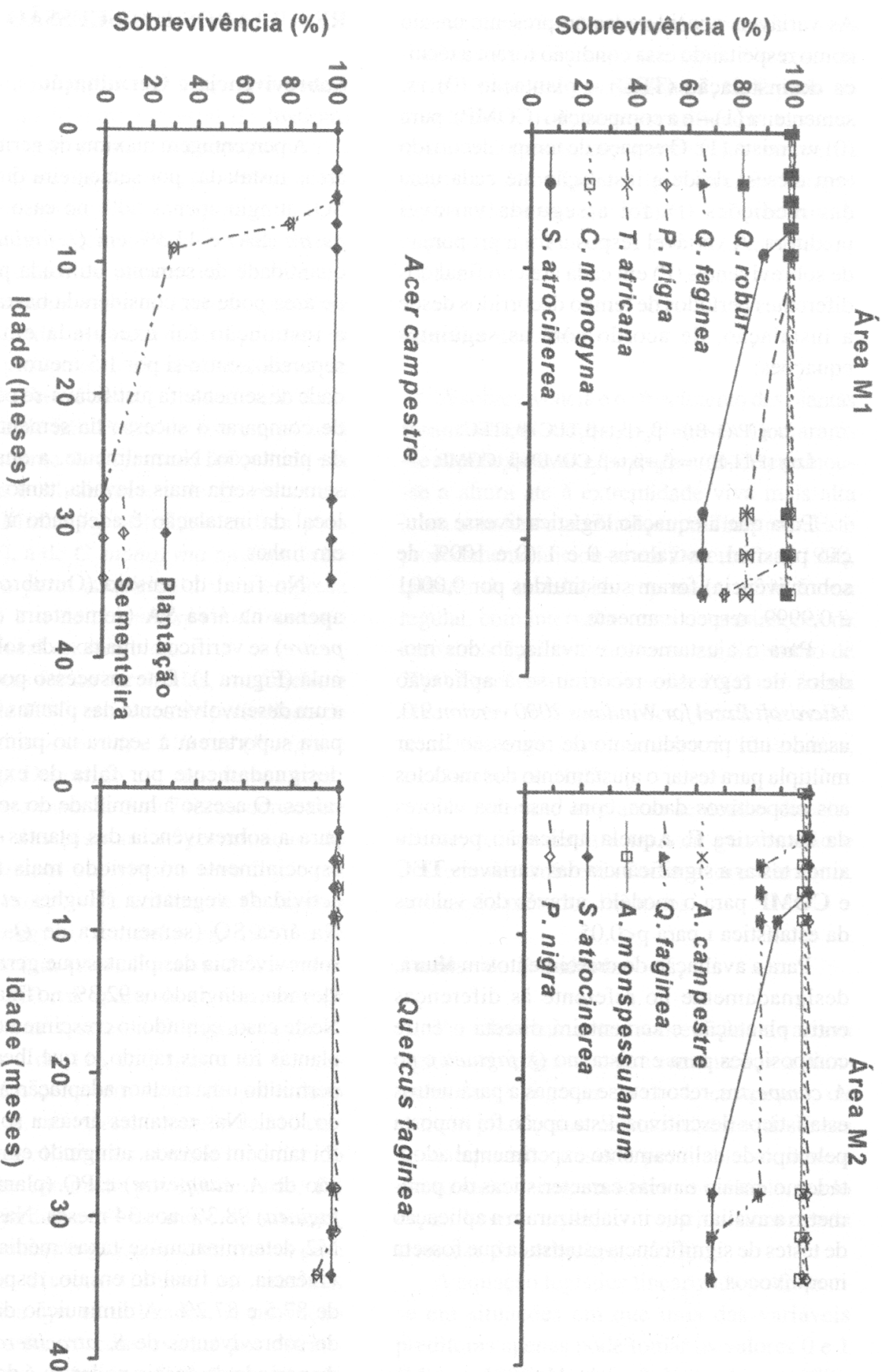


Figura 1. Variação da sobrevivência (expressa em percentagem) das espécies ensaiadas ao longo do período de duração do ensaio. As barras verticais, quando representadas, indicam o valor do erro padrão, geralmente nulo ou muito baixo.

**Quadro 1** – Resultados do ajustamento, pelo procedimento de regressão linear múltipla, dos modelos logísticos utilizados no estudo.

Variável	Espécie	r	R <sup>2</sup> ajustado	F	p
COMP	<i>Quercus faginea</i>	0,723	0,495	18,986	1,905 x 10 <sup>-8</sup>
	<i>Acer campestre</i>	0,809	0,635	32,939	4,517 x 10 <sup>-12</sup>
TEC	<i>Quercus faginea</i>	0,389	0,079	2,086	0,120
	<i>Acer campestre</i>	0,939	0,871	79,706	6,177 x 10 <sup>-15</sup>

da gradual do nível freático, como resultado da ruptura da comporta da Lagoa em Março de 2000.

Segundo Mancini (1989), vários autores têm referido falta de informação e de critérios que permitam avaliar o sucesso dos projectos de restauração e criação de florestas ribeirinhas. O *Washington State Department of Transportation* estabeleceu por isso padrões para a avaliação do sucesso da revegetação de zonas húmidas: dever-se-á registar 50% de sobrevivência no final do primeiro ano, sendo um projecto considerado “conseguido” se, no final

do 5º ano, a área coberta por espécies características das zonas húmidas for 90% da verificada em áreas naturais adjacentes, quando existam.

Tendo em atenção os resultados obtidos e os critérios acima mencionados, pode-se considerar que, no que diz respeito às áreas de composição mista (M1 e M2), às de plantação de *A. campestre* (PA) e às de plantação e de sementeira de *Q. faginea* (PQ e SQ), os níveis de sobrevivência foram satisfatórios. Com efeito, nestas áreas a sobrevivência foi superior a 80% no final do ensaio, 34 meses após a

**Quadro 2** – Significância dos parâmetros dos modelos logísticos ajustados à relação entre a composição (pura ou mista) e a sobrevivência de carvalho-cerquinho e bordo-comum (*Acer campestre*). A variável composição não teve efeitos significativos na sobrevivência de qualquer das espécies.

Parâmetro do modelo	Coefficientes	Erro padrão	t <sub>calculado</sub>	p
<i>Quercus faginea</i>				
Ordenada na origem	8,236036	0,746892	11,027077	3,190 x 10 <sup>-15</sup>
Idade	-0,040495	0,038158	-1,061252	0,293480
Composição	0,199595	0,988045	0,202010	0,840697
Idade*Composição	-0,175708	0,050479	-3,480840	0,001021
<i>Acer campestre</i>				
Ordenada na origem	9,535361	0,627759	15,189536	9,224 x 10 <sup>-21</sup>
Idade	-0,075784	0,032072	-2,362963	0,021904
Composição	-1,099730	0,830446	-1,324264	0,191207
Idade*Composição	-0,140419	0,042430	-3,309663	0,001701

**Quadro 3** – Significância dos parâmetros dos modelos logísticos ajustados à relação entre a técnica de instalação (sementeira ou plantação) e a sobrevivência de carvalho-cerquinho e bordo-comum. A variável não teve efeitos significativos na sobrevivência de qualquer das duas espécies, mas no caso da segunda houve efeito da interação.

Parâmetro do modelo	Coefficientes	Erro padrão	t <sub>calculado</sub>	p
<i>Quercus faginea</i>				
Ordenada na origem	8,236036	0,786243	10,475177	2,481 x 10 <sup>-12</sup>
Idade	-0,040495	0,040169	-1,008137	0,320308
Técnica de instalação	1,778315	1,309309	1,358209	0,183089
Idade*Técnica	-0,074612	0,066463	-1,122613	0,269244
<i>Acer campestre</i>				
Ordenada na origem	9,147376	0,771370	11,858598	2,994 x 10 <sup>-13</sup>
Idade	-0,067107	0,039409	-1,702837	0,098294
Técnica de instalação	-2,233345	1,549185	-1,441626	0,159124
Idade*Técnica	-0,456201	0,071392	-6,390088	3,526 x 10 <sup>-7</sup>

instalação (87,5% em M1, 87,2% em M2, 98,3% em PA, 98,3% em PQ e 92,3% em SQ).

O ajustamento da curva logística aos valores de sobrevivência de *Q. faginea* e *A. campestre* nas diferentes áreas do ensaio conduziu aos resultados que constam no Quadro 1. Os valores da estatística F foram significativos ( $p < 0,05$ ) para todos os casos, excepto para o modelo referente ao efeito da técnica de instalação na sobrevivência de *Q. faginea*, o que é explicável pela baixa taxa de mortalidade associada a ambos os tipos de instalação, como se pode verificar na Figura 1.

O teste t indicou que a variável composição (COMP) não desempenhou um papel significativo ( $p > 0,05$ ) na mortalidade quer de *Q. faginea*, quer de *A. campestre* (Quadro 2), certamente em consequência de as taxas de sobrevivência terem sido igualmente elevadas nas duas áreas de composição mista (83,3% para o primeiro e 100% para o segundo) e nas de composição pura (98,3% para ambas as espécies).

No caso do bordo-comum (*A. campestre*), o modelo indicou em contrapartida um efeito significativo da idade na sobrevivência, o que se deve ao total desaparecimento desta espécie na área semeada (SA), de composição pura, após o Verão seguinte à instalação. Como se discutirá adiante, verificou-se também uma elevada significância da interacção entre a idade e a técnica de instalação, o que acabaria por mascarar o efeito desta última variável.

A variável técnica de instalação (TEC) não revelou efeitos significativos ( $p > 0,05$ ) na mortalidade de *Q. faginea* (Quadro 3), o que pode ser explicado pelas elevadas taxas de sobrevivência no final do ensaio, tanto na área plantada (98,3%), como na semeada (92,3%). No referente ao efeito na mortalidade de *A. campestre*, o teste também indicou que a técnica de instalação não foi significativa ( $p > 0,05$ ), o que foi surpreendente face ao insucesso da sementeira. No entanto, uma análise mais cuidada aos dados de campo e ao

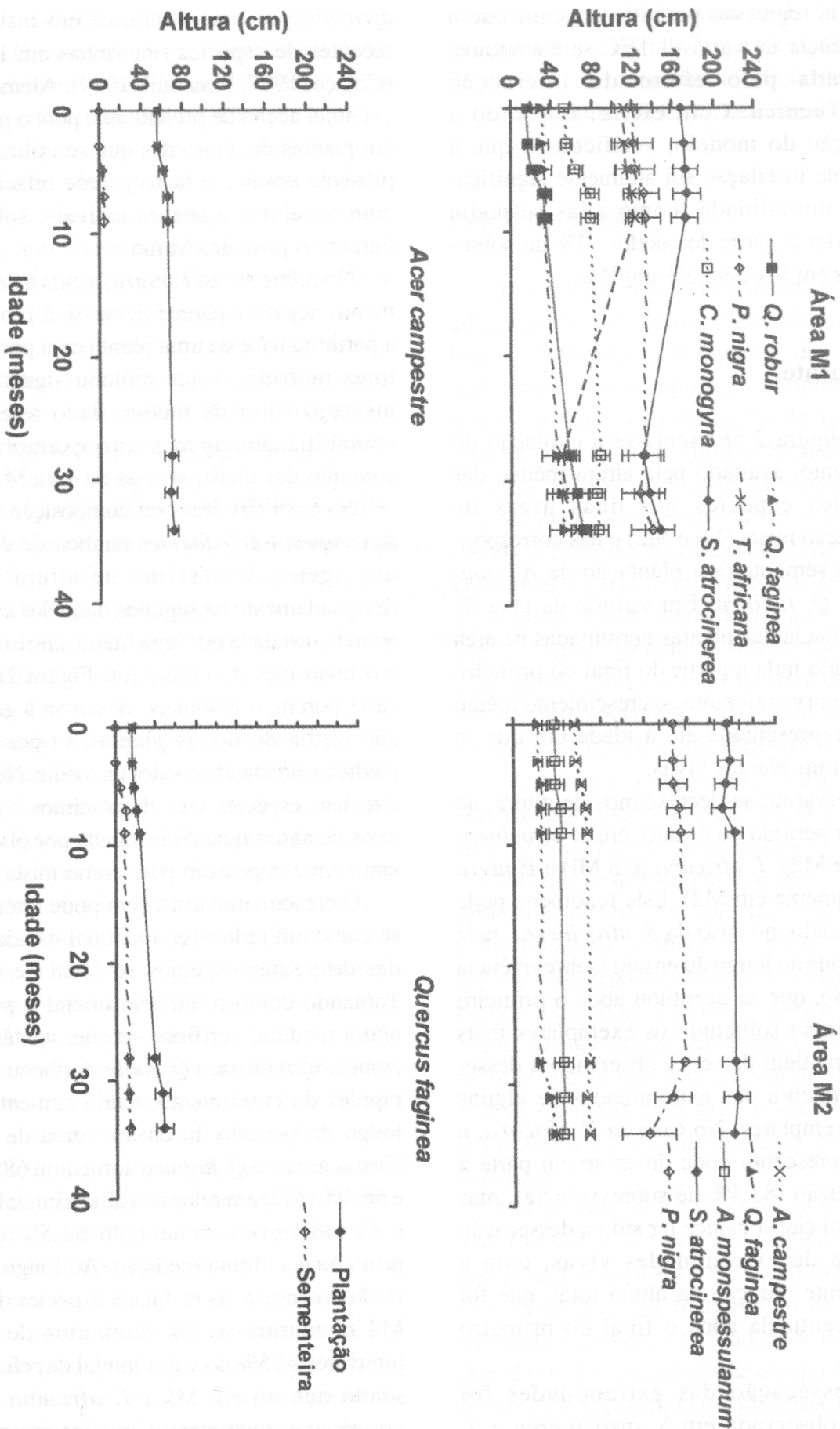


Figura 2. Crescimento em altura das espécies ensaiadas ao longo do período de duração do ensaio. As barras verticais representam o erro padrão.

output da regressão permitiu concluir que a significância da variável TEC se encontrava mascarada pelo efeito da interacção Idade\*Técnica. Com efeito, retirando a interacção do modelo, verificou-se que a técnica de instalação foi altamente significativa na mortalidade (como aliás se podia deprender a partir dos dados: 0% de sobrevivência em SA e 98,3% em PA).

### Crescimento

Na Figura 2 apresenta-se a evolução do crescimento, avaliado pela altura média, das diferentes espécies nas duas áreas de composição mista (M1 e M2) e nas correspondentes à sementeira e plantação de *A. campestre* e *Q. faginea*. Em virtude da taxa de sobrevivência das plantas germinadas na área SA ter sido nula a partir do final do primeiro Verão, a curva referente ao crescimento médio só está representada até à idade em que se encontraram plantas vivas.

Observaram-se decréscimos de altura, ao longo do período do ensaio, em *S. atrocinera* (em M1 e M2), *T. africana* (em M1) e *P. nigra* (especialmente em M2). Este fenómeno pode ser explicado, no caso da *S. atrocinera*, pela mortalidade ao longo do ensaio (sobrevivência de 66,7%), que se acentuou após o primeiro ano e atingiu sobretudo os exemplares mais altos, para além de se ter observado a dessecação e quebra das extremidades de alguns outros exemplares. No caso da *T. africana*, a altura decrescente pode dever-se em parte à mesma razão (83,3% de sobrevivência), mas a principal causa parece ter sido a dessecação e quebra de extremidades vivas, com a consequente redução da altura total, que foi muito acentuada após o final do primeiro Verão.

A dessecação das extremidades foi também observada em *S. atrocinera* e *T.*

*africana* por outros autores em instalações recentes de espécies ribeirinhas em Portugal (Colaço, 1997; Pimentel, 1999). Além de uma eventual acção de predadores, pouco provável em plantas da altura das que se utilizaram no presente ensaio, o facto parece relacionar-se com o calor e a secura estivais, sobretudo durante o primeiro Verão.

No referente ao *P. nigra*, a curva de crescimento negativa parece dever-se à rebentação a partir da base de uma planta cuja parte aérea tinha morrido, o que reduziu significativamente o valor da média, dado terem sido contabilizados apenas oito exemplares no conjunto das duas parcelas da área M2.

No caso das áreas de composição pura de *A. campestre* e *Q. faginea* também se verificou um ligeiro decréscimo de altura média, designadamente na segunda daquelas espécies, quando instalada por sementeira, entre o sétimo e o nono mês do ensaio (cf. Figura 2). Neste caso, porém, o fenómeno deveu-se à germinação tardia de novas plantas na parcela de medição, afectando o valor da média. Nenhuma das duas espécies teve decréscimos significativos de altura quando instalada por plantação, tanto em composição pura como mista.

O crescimento em altura pode interpretar-se como um indicador adicional da adaptação das diferentes espécies ao local de ensaio. Tomando como referência inicial a primeira altura medida, verificou-se que, nas áreas de composição mista, a *Q. robur* destacou-se pela rapidez do crescimento, tendo aumentado ao longo do período do ensaio cerca de 320%. Nestas áreas, a *Q. faginea* aumentou 68% (M1) e 66,4% (M2) em relação à altura inicial, tendo o *C. monogyna* aumentado 62,5% entre a primeira e a última medição. Ao longo do período do ensaio, as restantes espécies de M1 e M2 quedaram-se por aumentos de altura inferiores a 25% do valor inicial de referência, sendo que no em M1 a *T. africana* e a *S. atrocinera* apresentaram crescimentos médios

negativos (-42,4% e -13%, respectivamente) e em M2 a *P. nigra* também apresentou uma curva de crescimento semelhante (-15,5%), pelas razões que foram discutidas acima.

A composição parece ter tido alguma influência na adaptação de *Q. faginea* ao local do ensaio. Assim, enquanto que a *A. campestre* plantada apresentou uma taxa de crescimento de 23-26% em relação à altura inicial (22,6% em M2 e 25,5% em PA), observaram-se em *Q. faginea* diferenças substanciais na rapidez de crescimento entre as situações de composição mista – com 66-68% de crescimento – e as de composição pura, com um crescimento de 178,9% em relação à altura inicial. Este valor foi largamente excedido na área semeada da mesma espécie (SQ), com mais de 3300% de aumento entre a primeira e a última medição, mas neste caso em larga medida devido ao baixo número de plantas contabilizado na medição inicial e à sua pequena dimensão.

Segundo Mancini (1989), as espécies que apresentem propagação fácil por sementeira directa devem ser instaladas por essa via, reservando-se a instalação de material vegetal produzido em viveiro para espécies mais difíceis de regenerar directamente e para as que têm maior valor na produção florestal. Os resultados obtidos no presente ensaio parecem confirmar a racionalidade desta opção, aliás menos dispendiosa, para *Q. faginea*, cujas plantas resultantes de sementeira directa apresentaram uma elevada taxa de sobrevivência (92,3%). A aparente boa adaptação de *Q. robur* ao local do ensaio parece confirmar que a sementeira directa poderá ser suficiente para garantir a restauração de formações com espécies deste tipo. As espécies mais delicadas nas primeiras idades, como as do género *Acer*, poderão contudo ter de ser instaladas por plantação para garantir o seu sucesso. O crescimento das duas espécies de *Acer* presentes neste ensaio foi modesto (*A. monspessulanum*

quedou-se por um crescimento de 18,9% em relação à altura inicial), sugerindo que se trata de espécies de crescimento inicial lento, ou então com uma adaptação deficiente ao local.

## CONCLUSÕES

As espécies ensaiadas apresentaram uma adaptação ao habitat ribeirinho de mediana a boa, com flutuações resultantes dos tipos de instalação e de composição adoptados. Em termos gerais, a restauração da formação ribeirinha foi bem sucedida no local do ensaio.

Para além do insucesso da sementeira de *A. campestre*, as espécies com uma adaptação menos satisfatória, revelada sobretudo pelo seu crescimento em altura nas parcelas de composição mista, foram *Tamarix africana*, *Populus nigra* e *Salix atrocinerea*, esta também com uma taxa de sobrevivência, no final do ensaio, inferior à das restantes. Não ficou claro se o insucesso se deveu a uma dimensão excessiva das plantas, ou a um relativo desequilíbrio entre as dimensões da parte aérea e da parte subterrânea, quando da instalação.

Nas duas espécies em que se comparou a sementeira directa com a plantação – *Q. faginea* e *A. campestre* – observou-se que apenas a primeira correspondeu bem à sementeira, sozobrando totalmente a segunda após o primeiro Verão. O sucesso da sementeira directa de *Q. faginea* sugere que esta técnica de instalação poderá ser usada com êxito noutras situações semelhantes e eventualmente em outros carvalhos.

Em plantação, a *Quercus faginea* sobreviveu melhor e cresceu mais rapidamente em composição pura do que em composição mista, sugerindo que, na restauração de galerias ribeirinhas com este carvalho, pode ser aconselhável privilegiar modelos de composição pura, ou de composição mista por manchas, formando núcleos puros com alguma dimensão.

## AGRADECIMENTOS

O suporte financeiro para o ensaio foi obtido através do projecto PAMAF 4031 (“Ecologia e Ordenamento Cinegético de Anatídeos e Ralídeos no Baixo Mondego. Correlações com a Cultura do Arroz, Conservação da Natureza e Sanidade”) e da Área de Investigação “Recursos Aquícolas e Ordenamento de Zonas Húmidas” do Centro de Estudos Florestais do Instituto Superior de Agronomia. Os autores agradecem ao Centro Nacional de Sementes Florestais (CENASEF) a amável cedência das sementes de *Quercus robur*.

## BIBLIOGRAFIA

- Abernethy, B. & Rutherford, I. (2000) - Stabilizing stream banks with riparian vegetation. *Natural Resource Management* 2 (3): 2-9.
- Almeida, C.; Mendonça, J.; Jesus, M. & Gomes, A. (2000) - *Sistemas Aquíferos de Portugal Continental*. Instituto Nacional da Água. Lisboa, 16 pp. Disponível em [http://snirh.inag.pt/snirh/download/Aquif\\_PortugalCont/Ficha\\_Leirosa-MonteReal.pdf](http://snirh.inag.pt/snirh/download/Aquif_PortugalCont/Ficha_Leirosa-MonteReal.pdf) (acesso em: Setembro de 2002).
- Angradi, T.; Schweiger, E.; Bolgrien, D.; Ismert, P. & Selle, T. (2004) - Bank stabilization, riparian land use and the distribution of large woody debris in a regulated reach of the Upper Missouri River, North Dakota, USA. *River Research and Applications* 20 (7): 829-846.
- Brinson, M. M. & J. Verhoeven. (1999) - Riparian Forests. In: M. L. Hunter Jr. (Ed.). *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 265-299.
- Brooks, A.; Brierley, G. & Millar, R. (2003) - The long term control of vegetation and woody debris on channel and flood-plain evolution: insights from a paired catchment study in Southeastern Australia. *Geomorphology* 51 (1-3): 7-29.
- Carneiro, M. C. R. (2000) - *Primeiros Resultados de Um Ensaio de Restauração do Coberto Lenhoso Ripícola nas Margens da Lagoa dos Linhos, Mata Nacional do Urso*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Florestal. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 28 pp.
- Carneiro, M. C. R.; Pimentel, F.; Fabião, André; Colaço, M. C.; Ramos, A.; Cancela, J. H. & Fabião, António (2001) - Restauração de Galerias Lenhosas Ribeirinhas: Uma Revisão de “Casos de Estudo”. *Actas do 4º Congresso Florestal Nacional*. Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais, Évora, pp. 63-69. (Edição em CD-ROM)
- Colaço, M. C. A. (1997) - *Adaptação de Plantas Lenhosas Ripícolas às Galerias Ribeirinhas Desguarnecidas da Bacia do Sado*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Florestal. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 35 pp.
- Corbacho, C.; Sanchez, J. & Costillo, E. (2003) - Patterns of structural complexity and human disturbance of riparian vegetation in agricultural landscapes of a Mediterranean area. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95 (2-3): 495-507.
- Décamps, H. & Tabacchi, E. (1992) - Species Richness in Vegetation Along River Margins. In: P. S. Giller, A. G. Hildrew & D. G. Raffaelli (Eds.). *Aquatic Ecology. Scale, Pattern and Process*. The 34<sup>th</sup> Symposium of the British Ecological Society with the American Society of Limnology and Oceanography. University College, Cork. Blackwell Science (R. Unido), pp. 1-20.
- Duarte, M. C.; Moreira, I. & Ferreira, M. T. (2002) - Flora Vascular Dulçaquícola. In: Moreira, I., Ferreira, M. T., Cortes, R., Pinto, P. & Almeida, P. R. (Eds.). *Ecossistemas Aquáticos e Ribeirinhos: Ecologia, Gestão e Conservação*, Instituto da Água, Lisboa, pp. 2.3 – 2.15.
- Fernandes, J. P. (1995) - *Os Ecossistemas Ribeirinhos como Elementos Charneira de uma Política de Conservação da Natureza do Espaço de Uso*. Congresso Nacional de Conservação da Natureza. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa, 228pp.
- Ferreira, H. A. (1970) - *Normais Climatológicas do Continente, Açores e Madeira Correspondentes a 1931-1960* (2ª Edição). O Clima de Portugal, Fasc. XIII. Serviço Meteorológico Nacional, Lisboa, 207 pp.
- Friedman, J. M. & Lee, V. J. (2002) - Extreme floods, channel change, and riparian forests along ephemeral streams. *Ecological Monographs* 72 (3): 409-425
- González del Tánago, M. & Garcia de Jalón, D. (1998) - *Restauración de Ríos e Riberas*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes / Fundación Conde del Valle de Salazar / Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 319 pp.
- Hession, W.; Johnson, T.; Charles, D.; Hart, D.; Horwitz, R.; Kreeger, D.; Pizzuto, J.; Velinsky, D.;

- Newbold, J.; Cianfrani, C.; Clason, T.; Compton, A.; Coulter, N.; Fuselier, L.; Marshall, B. & Reed, J. (2000) - Ecological benefits of riparian reforestation in urban watersheds: study design and preliminary results. *Environmental Monitoring and Assessment* 63 (1): 211-222.
- Hosmer, D. & Lemeshow, S. (1989) - *Applied Logistic Regression*. John Wiley and Sons, New York, 307 pp.
- Hughes, F.; Adams, W.; Muller, E.; Nilsson, C.; Richards, K.; Barsoum, N.; Decamps, H.; Foussadier, R.; Girel, J.; Guilloy, H.; Hayes, A.; Johansson, M.; Lambs, L.; Pautou, G.; Peiry, J.; Perrow, M.; Vautier, F. & Winfield, M. (2001) - The importance of different scale processes for the restoration of floodplain woodlands. *Regulated Rivers: Research & Management* 17 (4-5): 325-345.
- Jeffries, M. & Mills, D. (1991) - *Freshwater Ecology: Principles and Applications*. John Wiley and Sons, New York, 285 pp.
- Manci, K. M. (1989) - Riparian Ecosystem Creation and Restoration: A Literature Summary. *U. S. Fish and Wildlife Service Biological Report* 89 (20): 1-59. Disponível em <<http://www.npwrc.usgs.gov/resource/literatr/ripareco/ripareco.htm>> (Version 16JUL97).
- McKergow, L.; Weaver, D., Prosser, I., Grayson, R. & Reed, A. (2003) - Before and after riparian management: sediment and nutrient exports from a small agricultural catchment, Western Australia. *Journal of Hydrology* 270 (3-4): 253-272.
- Mitsch, W. J. & Gosselink, J. G. (2000) - *Wetlands* (3<sup>rd</sup> Edition). John Wiley and Sons, New York, 936 pp.
- Moreira, I.; Saraiva, M.; Aguiar, F.; Costa, J.; Duarte, M.; Fabião, A.; Ferreira, T.; Loupa Ramos, I.; Lousã, M. & Pinto Monteiro, F. (1999) - *As Galerias Ribeirinhas na Paisagem Mediterrânica: Reconhecimento na Bacia Hidrográfica do Sado*. ISA Press, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 98 pp.
- Moreira, I. & Duarte, M. C. (2002) - Comunidades Vegetais Aquáticas e Ribeirinhas. In: Moreira, I., Ferreira, M. T., Cortes, R., Pinto, P. & Almeida, P. R. (Eds.). *Ecossistemas Aquáticos e Ribeirinhos: Ecologia, Gestão e Conservação*. Instituto da Água, Lisboa, pp. 3.3-3.31.
- Myers, R. H. (1986) - *Classical and Modern Regression with Applications*. Duxbury Press, Boston, 359 pp.
- Pieczynska, E. (1990) - Lentic Aquatic-terrestrial Ecotones: Their Structure, Functions, and Importance. In: Naiman, N. J. & Décamps, H. (Eds.). *The Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones*. UNESCO / The Partenon Publishing Group, Carnforth, pp. 103-139. (Man and Biosphere Series, Volume 4).
- Pimentel, F. V. P. (1999) - *Técnicas de Propagação de Espécies Lenhosas Ribeirinhas e de Instalação de Matas Ripícolas: um Caso de Estudo na Bacia Hidrográfica do Sado*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Florestal. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 43 pp.
- Price, P. & Lovett, S. (2002) - *Managing Riparian Land*. Land & Water Australia, Canberra, 8 pp. (River Landscapes - Fact Sheet 1).
- Prosser, I.; Hughes, A. & Rutherford, I. (2000) - Bank erosion of an incised upland channel by subaerial processes: Tasmania, Australia. *Earth Surface Processes and Landforms* 25 (10): 1085-1101.
- Stanners, D. & Bourdeau, P. (Eds.) (1995) - *Europe's Environment: the Dobbris Assessment*. European Environment Agency, Copenhagen, 652 pp.
- Tabacchi, E.; Lambs, L.; Guilloy, H.; Planty-Tabacchi A.; Muller, E. & Décamps, H. (2000) - Impacts of riparian vegetation on hydrological processes. *Hydrological Process* 14 (16-17): 2959-2976.
- Virgós, E. (2001) - Relative value of riparian woodlands in landscapes with different forest cover for medium-sized Iberian carnivores. *Biodiversity and Conservation* 10 (7): 1039-1049.