



**VITALIDADE DO SOBREIRO:**  
*revisão do conhecimento*

Alexandra Correia  
João Santos Pereira  
Filipe Costa e Silva  
Maria Helena Almeida  
Carla Pinheiro

17 de abril de 2015

Versão Final



**UNIÃO EUROPEIA**

Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional

O presente documento foi elaborado pela FILCORK - Associação interprofissional da fileira da cortiça no âmbito da Operação “Programa de Valorização da Cortiça no Alentejo” (ALENT-07-0827-FEDER-001499), uma iniciativa QREN apoiada pelo INALENTEJO.

Colaboração de:

Instituto Superior de Agronomia

Associação para o Desenvolvimento do Instituto Superior de Agronomia



Para citar este documento:

Correia, A.C., Pereira, J. S., Costa-e-Silva, F., Almeida, M. H., Pinheiro, C. Vitalidade do sobreiro - revisão do conhecimento. Lisboa: Filcork - Associação Interprofissional da Fileira da Cortiça. Abril 2015. 47 pág.

A **Filcork - Associação Interprofissional da Fileira da Cortiça** - é a primeira associação interprofissional do sector florestal em Portugal reconhecida oficialmente através do Despacho n.º 24543/2008, Diário da República, 2.ª série N.º 190 - 1 de outubro de 2008, Alvará de Reconhecimento de 22 de Outubro de 2008.

A **Filcork** é constituída pelas seguintes associações:

- **Estádio da Produção:**
  - ACHAR-Associação de Agricultores da Charneca (Chamusca);
  - AFLOBEI-Associação de Produtores Florestais da Beira Interior;
  - AFLOSOR-Associação de Produtores Florestais da Região de Ponte de Sôr;
  - ANSUB-Associação de Produtores Florestais do Vale do Sado;
  - APFC-Associação de Produtores Florestais do Concelho de Coruche;
  - SUBERÉVORA-Associação de Produtores Florestais da Região de Évora.
- **Estádio da Transformação:**
  - APCOR-Associação Portuguesa da Cortiça.

O seu modelo de participação assegura a presença igualitária entre os estádios da produção e da transformação, sendo uma organização dedicada aos problemas do conjunto da fileira, constituindo um interlocutor institucional credível e eficaz na defesa dos interesses da cortiça.

#### **FILCORK – Associação Interprofissional da Fileira da Cortiça**

Observatório do Sobreiro e da Cortiça - Zona Industrial do Monte da Barca, Lote 41  
2100-051 Coruche  
Telf: 21 710 00 14  
Email:filcork@gmail.com

<b>I. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS</b> .....	<b>5</b>
<b>II. BASE DE DADOS: CARACTERIZAÇÃO GERAL E FONTES DE INFORMAÇÃO</b> .....	<b>7</b>
1. Publicações Científicas.....	7
1.1. Publicações Em Sobreiro Em Portugal E No Mundo .....	7
1.2. Comparação do número de publicações em sobreiro com outras espécies de importância nacional.....	8
1.3. Publicações por instituição .....	8
1.4. Publicações por tema.....	9
2. Financiamentos.....	10
2.1. Projetos nacionais .....	10
2.2. Projetos internacionais .....	11
2.3. Distribuição dos financiamentos por área científica.....	12
3. Financiamentos e produção científica ao longo do tempo .....	13
<b>III. ANÁLISE CRÍTICA DA INVESTIGAÇÃO EM SOBREIRO</b> .....	<b>14</b>
<b>1. Regeneração natural</b> .....	<b>14</b>
Sobreiros envelhecidos, sustentabilidade comprometida? .....	15
Aproveitamento da regeneração: más escolhas no passado? .....	16
É possível prever a produção de semente no sobreiro?.....	17
A origem da semente é importante?.....	17
<b>2. Regeneração artificial</b> .....	<b>18</b>
Produção de sobreiros em viveiro: que garantias? .....	18
Propagação vegetativa: é possível a sua utilização em larga escala?.....	19
<b>3. Silvicultura</b> .....	<b>20</b>
É possível reduzir a mortalidade das plantas no primeiro ano? .....	21
Podem os arbustos beneficiar o recrutamento do sobreiro?.....	22
Existe um encabeçamento máximo compatível com a regeneração do sobreiro? .....	23
Vale a pena fertilizar ou regar sobreiros adultos? .....	23
<b>4. Pragas e doenças</b> .....	<b>24</b>

Porque razão é a <i>Phytophthora cinnamomi</i> um organismo tão agressivo? .....	25
É possível distinguir o agente causal em árvores debilitadas? .....	26
É possível erradicar a <i>Phytophthora</i> em povoamentos de sobreiro? .....	26
É importante reconhecer zonas infetadas com <i>Phytophthora</i> ? .....	27
Que outros agentes patogénicos e pragas são preocupantes no cenário actual? .....	28
<b>5. Alterações climáticas .....</b>	<b>29</b>
A resiliência do sobreiro .....	29
Quais os impactes das alterações climáticas nos povoamentos de sobreiro? .....	30
O sequestro de carbono nos povoamentos de sobreiro e a pegada de carbono dos vedantes de cortiça .....	31
<b>IV. LINHAS PRIORITÁRIAS DE INVESTIGAÇÃO .....</b>	<b>34</b>
Pragas e doenças .....	35
Técnicas de silvicultura .....	35
Alterações climáticas .....	36
Genética e melhoramento .....	36
<b>V. CONCLUSÕES .....</b>	<b>37</b>
<b>Referências .....</b>	<b>38</b>

## I. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A importância da fileira florestal do sobreiro e da cortiça encontra-se intimamente associada à produção de cortiça. Há várias décadas que se verifica perda de vitalidade, mortalidade precoce de árvores e fraca capacidade de regeneração de sobreiros em Portugal (Brasier et al 1993, Bugalho et al 2007, Ribeiro et al 2008). Uma percentagem dos povoamentos está em situação de declínio, isto é, manifestando perda de vigor sem sintomas específicos associados a esse enfraquecimento. A sustentabilidade dos povoamentos de sobreiro encontra-se portanto ameaçada. De um modo geral, não se trata de um declínio relacionado apenas com a idade e a senescência das árvores visto que a mortalidade atinge indivíduos de todas as idades.

As causas da perda de vitalidade do sobreiro são várias e podem interagir em sinergia. Na origem do declínio referem-se estar práticas silvícolas inadequadas, nomeadamente mobilizações de solo que destroem o sistema radicular superficial das árvores (Ribeiro et al 2008).

A contínua tendência no último século para um clima mais seco é apontada como um outro fator de stress (McDowell et al 2008). As recentes alterações do clima, com a incidência de secas mais severas e frequentes, para além de exacerbarem o risco de incêndio nas florestas, contribuem para aumentar a debilidade das árvores e torna-las vulneráveis a agentes bióticos (Brasier C. M. 1996, Linaldeddu et al 2011, Rodriguez-Molina M. C. et al 2005, Tuset 1997). Agentes patogénicos e insetos nocivos - dos quais, alguns exóticos introduzidos inadvertidamente pelo comércio global - são frequentemente referidos como envolvidos na mortalidade das árvores (Camilo-Alves et al 2013, Luque J. et al 2002, Moreira A. C. et al 2006). Algumas doenças são causadoras de cancrios e podridões do tronco e das raízes, de carácter muito agressivo e de fácil propagação como as *Phytophthoras*.

Apesar da investigação realizada nas últimas décadas e de se terem identificado as múltiplas causas potenciais do declínio, não existem ainda medidas eficazes para recuperação das áreas afetadas. Igualmente, não existe uma estratégia nacional concertada para deter a expansão do declínio por novas áreas, nem para garantir uma sustentabilidade da produção dos montados através da instalação de novos povoamentos.

A problemática do declínio do sobreiro insere-se no contexto mais amplo do declínio dos carvalhos, sendo possível, por analogia, tirar ilações sobre as principais causas e métodos de resolução (Camilo-Alves 2013, Lee, S. et al 2011, Linaldeddu 2009, Luque J. et al 1999, Luque J. et al 2002, Sanchez M. E. et al 2002, Sechi 2005). A análise do problema requer uma investigação interdisciplinar e interativa.

A Estratégia Nacional para as Florestas (ENF), aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 6-B/2015 de 4 de Fevereiro, prevê um aumento da área de sobreiro até

um máximo de 13% até 2030 em comparação com os valores de 2010. Refere-se também que “as áreas de montado de sobreiro e azinho serão sujeitas a operações de rejuvenescimento e melhoria do estado vegetativo”.

Apesar dos progressos na investigação do sobreiro, por exemplo, no conhecimento da sua fisiologia e utilização dos recursos ambientais, na otimização dos modelos de gestão, na caracterização das propriedades e potencialidades da cortiça, esta investigação apresenta ainda várias insuficiências: falta de multidisciplinaridade das equipas, ausência de estudos de monitorização de longo prazo e ausência de uma definição de prioridades na investigação do sobreiro. É portanto necessária uma concertação de equipas multidisciplinares, definindo prioridades a nível regional, colocando as questões apropriadas e integrando todas as variáveis do sistema do montado e agentes da fileira.

Neste sentido, a criação de centros de competência com a participação de universidades e centros de investigação, organizações de produtores, indústria e prestadores de serviços será um passo importante.

Será possível traçar este rumo com base na investigação feita até agora? Existirão ferramentas e instituições habilitadas e dispostas a trabalhar esta informação em sinergia? Pode a investigação existente ser convertida em aplicação prática no terreno?

Os objetivos deste relatório são:

- 1) analisar a evolução da produção científica e do financiamento na investigação em sobreiro,
- 2) sintetizar os conhecimentos da investigação do tema da perda de vitalidade do sobreiro e declínio dos “montados”,
- 3) discutir as principais deficiências na expansão e aplicação do conhecimento científico na área da produção e
- 4) identificar linhas prioritárias de investigação.

Como primeiro elemento de trabalho foi construída uma base de dados temática com os trabalhos científicos publicados e os projetos de investigação e desenvolvimento (I & D) de diversas origens.

## II. BASE DE DADOS: CARACTERIZAÇÃO GERAL E FONTES DE INFORMAÇÃO

Um dos objetivos da base de dados foi o de compilar e atualizar referências bibliográficas sobre sobreiro. Foram consideradas publicações científicas em diversos formatos: artigos em revistas científicas internacionais com arbitragem científica e revisão por pares, livros ou capítulos em livro, artigos em conferências, artigos em revistas de circulação nacional, patentes, relatórios de projeto, teses, páginas *web*.

A base de dados apresenta separadamente uma entrada dedicada a projetos de investigação e outra entrada dedicada à base de dados compilada com informação recolhida até 2006 por Ana Reis (Serviços Florestais) onde estão incluídas referências de literatura não certificada como recortes de jornais e publicações em brochuras, entre outras. Esta base de dados reúne também estudos em azinheira e em outras espécies florestais simpátricas com o sobreiro que de algum modo podem contribuir para o conhecimento da resposta do sobreiro ao ambiente ou a fatores bióticos.

Foi dada especial ênfase aos artigos publicados em revistas científicas com revisão por pares. Estas publicações, para além de estarem acessíveis, fornecem informação sujeita a um filtro de qualidade e a um contraditório, com uma certificação internacional implícita. As análises exploratórias relacionadas com as publicações para Portugal e Espanha basearam-se exclusivamente nos resultados obtidos na plataforma *Web of Knowledge da Thomson Reuters* (<http://apps.webofknowledge.com/>) (data de consulta em Outubro de 2013).

As análises exploratórias referentes a projetos resultaram de consultas efetuadas em Abril de 2014. Utilizou-se como base de informação para esta análise os dados do Capítulo **4.2 Investimento global I&D na fileira florestal** do aditamento do relatório AIFF (2010). Recorreu-se também ao relatório AIFF (2010) para extrair informação para os projetos AGRO (financiamentos entre 2000 e 2006). Os projetos financiados pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) foram consultados no sítio <http://www.fct.pt/apoios/projectos /consulta/projectos> (projetos financiados entre 1999 a 2013) e no sítio <http://www.fct.mctes.pt/ /projectos/proj98/index.html>, para projetos financiados entre 1994 e 1999. Relativamente aos projetos do Quadro de Referência Estratégico Nacional (QREN), a informação de todos os projetos financiados encontra-se no sítio <http://www.pofc.qren.pt/projectos/projectos-aprovados-competite>.

### 1. PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS

#### 1.1. PUBLICAÇÕES EM SOBREIRO EM PORTUGAL E NO MUNDO

De acordo com a informação constante na plataforma *Web of Knowledge* e considerando apenas as referências bibliográficas depois de 1990 até Outubro de 2013, Espanha lidera o número de publicações em sobreiro com mais 11% de referências quando comparada com Portugal. A seguir a Portugal, surgem por ordem decrescente de publicações França, Itália, Estados Unidos, Alemanha e Tunísia. Os restantes países apresentam menos de 25 publicações científicas em sobreiro durante todo o período de análise.

### 1.2. COMPARAÇÃO DO NÚMERO DE PUBLICAÇÕES EM SOBREIRO COM OUTRAS ESPÉCIES DE IMPORTÂNCIA NACIONAL

Considerando apenas as publicações em Portugal, desde 1990 até ao presente (Outubro de 2013), e utilizando como palavra-chave o nome científico das principais espécies florestais nacionais (eucalipto, sobreiro, pinheiro bravo, azinheira e pinheiro manso), os resultados obtidos na plataforma *Web of Knowledge* indicam que o sobreiro se encontra em 3º lugar no número de publicações com 304 registos. O eucalipto *globulus* surge em primeiro lugar com 493 seguido do *pinheiro bravo* (337 registos) e depois o sobreiro. A azinheira (palavra chave *Quercus rotundifolia* ou *Quercus ilex*) surge com 109 registos e por último o *Pinus pinea* com 52 publicações.

Durante muitos anos a publicação de referência para o cultivo do sobreiro foi Natividade (1950). Atualmente existe um número apreciável de livros publicados sobre sobreiro. Destes, destacam-se o de Aronson et al (2009) e ainda o de Pereira (2007). A juntar às publicações mais antigas que contribuíram para a evolução do conhecimento, o recentemente publicado Livro verde do sobreiro (Correia 2013) contém uma breve súmula dos serviços prestados pelos montados de sobreiro. Porém, não foi objetivo deste relatório fazer uma revisão do conhecimento com base nas publicações em livro.

### 1.3. PUBLICAÇÕES POR INSTITUIÇÃO

Esta análise incidiu sobre as instituições portuguesas no período de 1990 até ao presente. A Universidade Técnica de Lisboa lidera o ranking de publicações científicas em sobreiro em Portugal com mais do dobro de publicações do que a universidade de Aveiro, posicionada em 2º lugar (Figura 1). A junção das universidades de Lisboa e Técnica de Lisboa numa só Universidade, que ocorreu em 25 de julho de 2013, acentua a predominância desta instituição, dentro da qual se salienta o Instituto Superior de Agronomia com o maior número de publicações.



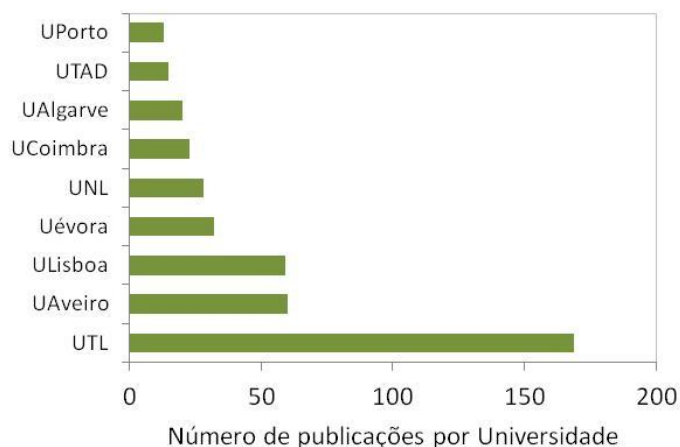


Figura 1 – Número de publicações em sobreiro em Portugal, por instituição, entre 1990 e 2013 (apresentadas apenas as universidades com mais do que 10 publicações na plataforma Web of Knowledge). Nota: o mesmo artigo pode ter várias instituições.

No âmbito internacional, a instituição com mais publicações em sobreiro é o *Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)* tutelado pelo ministério da Economia e Competitividade espanhol.

De acordo com a base de dados compilada, os laboratórios do estado português publicaram 25 artigos sobre sobreiro entre 1990 e 2013 em revistas com revisão por pares. Todavia, verificou-se uma grande dificuldade em sintetizar a informação relativa a estes organismos devido às sistemáticas alterações de nome como é o exemplo do atual Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária. A análise da informação nesta seção é apenas indicativa porque a filiação completa é com frequência omitida nas publicações.

#### 1.4. PUBLICAÇÕES POR TEMA

Na análise que a seguir se descreve foram consideradas apenas as publicações científicas com revisão por pares e para o sobreiro na plataforma *Web of Knowledge* (compilação de 1990 até Outubro de 2013). Foram utilizadas as seguintes áreas temáticas: Evolução e sociedade - Estudos económicos e sociais, Dinâmica na distribuição, Estudos evolutivos; Aplicação - Fertilização e Rega, Pastagem, gado e caça, Modelação (área, balanço de carbono e água, cortiça e crescimento), Produção de plantas, Silvicultura, Regeneração, Micropropagação; Desenvolvimento tecnológico – Propriedades da cortiça, Aplicações tecnológicas, Rolha; Processos - Dendrocronologia, Fisiologia (folha, relações hídricas, planta, CO<sub>2</sub> elevado, fenologia, ecossistema, anatomia, respiração do solo), Monitorização (área, cortiça,

crescimento); Ambiente - Biodiversidade, Poluição e voláteis, Cogumelos, Fogo; Genética e Pragas e Doenças. O critério utilizado baseou-se na leitura do título/resumo e a sua classificação na área temática que melhor se enquadra com o tema da investigação. As áreas de Ambiente, de Processos e de Desenvolvimento tecnológico apresentam um número de publicações muito semelhante. As áreas com menos publicações são as de Genética e de Estudos Sociais. Note-se que, por motivos relacionados com a análise de dados, classificou-se cada artigo em apenas uma área temática. Contudo, é frequente haver sobreposição de áreas científicas num mesmo artigo pelo que esta análise deve ser encarada como apenas indicativa. Por exemplo, na área científica de “Aplicação” estão incluídas publicações com conteúdos suscetíveis de servir de extensão para os proprietários, mas também publicações claramente de ciência de base. Outros artigos podem ter natureza prática e não estão incluídos nesta categoria (por exemplo, fitofármacos na área científica pragas e doenças).

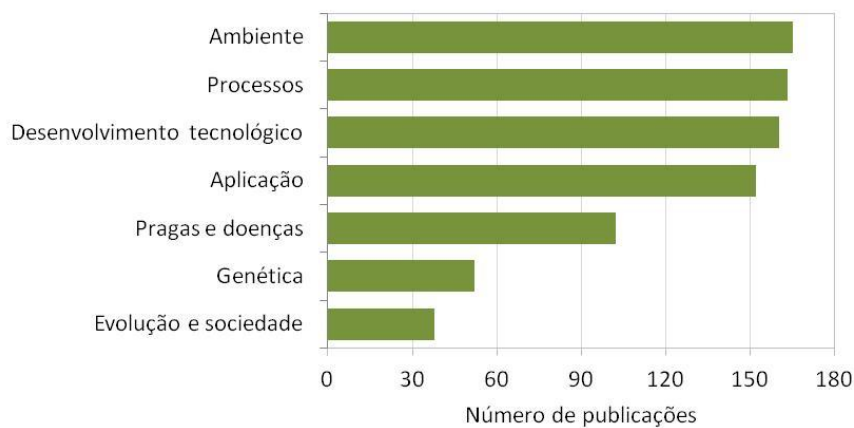


Figura 2 – Distribuição dos artigos científicos por área científica na plataforma *Web of knowledge*.

## 2. FINANCIAMENTOS

### 2.1. PROJETOS NACIONAIS

O financiamento da investigação provém maioritariamente do estado (dinheiro público nacional e comunitário). Ainda que o financiamento por iniciativa privada aconteça, a sua contribuição é, na generalidade dos casos, apenas pontual. Usualmente, a participação privada em projetos de investigação ocorre por via de financiamentos QREN-I&DT Empresas. O investimento privado em projetos QREN-I&DT Empresas de 2006 a 2009 foi, de acordo com o relatório AIFF (2010), de 42% em

relação ao investimento global elegível. Tendo em consideração os dados deste relatório e análises de dados posteriores a 2009 pode concluir-se que:

- De acordo com a FCT que financia “Projetos de Investigação Científica e Desenvolvimento Tecnológico”, o montante atribuído a projetos na fileira do sobreiro e da cortiça desde que existe este programa (1994) foi de 5.354.240 €. Entre 1994 a 1999 (inclusive), o financiamento foi de 1.010.731€ correspondendo a um valor atribuído por projeto de 101.073€. Entre 2000 e 2009, a fileira do sobreiro e da cortiça recebeu um investimento pela FCT de 3.507.570€ representando um investimento por projeto de 87.689€. Desde 2009 até ao presente, a FCT financiou 835.938€ (119.420€ por projeto) em projectos em sobreiro. Aproximadamente 30% dos projectos financiados foram atribuídos ao Instituto Superior de Agronomia.
- No que respeita ao programa AGRO Medida 8.1 - Desenvolvimento Tecnológico e Experimentação que funcionou entre 2000 e 2006, e que teve como objetivo o “Desenvolvimento experimental, demonstração e outras atividades científicas e técnicas que não tendo carácter inovador, contribuem para a produção, difusão e aplicação de conhecimentos”, a fileira do sobreiro e da cortiça obteve um financiamento de 1.891.644€, (11 projectos para este período) representando 27% de um total de 6.929.807 € financiados globalmente na fileira florestal.
- No que respeita ao QREN que visa a “aplicação da política comunitária de coesão económica e social em Portugal” sendo co-financiada por fundos (FEDER, Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional), a fileira do sobreiro e da cortiça obteve um financiamento de cerca de 51% (9.818.231 €) do financiamento total de 19.308.409 € atribuído globalmente na fileira florestal (AIFF 2010) (dados dos projectos I&DT Empresas/Projectos Individuais; I&DT Empresas/Projectos em Co-promoção; I&DT Empresas/Vale I&DT). Uma actualização destes dados até ao presente mostram um financiamento na fileira do sobreiro e da cortiça de mais 6.197.173€ (cerca de 10 projectos).

De referir ainda que, de acordo com os dados do relatório AIFF (2010), a fileira do sobreiro e da cortiça foi das que mais apoios financeiros beneficiou dentro destas linhas de financiamento (FCT, AGRO e QREN) entre 2000-2009 quando comparada com a fileira do eucalipto e do pinheiro bravo.

## 2.2. PROJETOS INTERNACIONAIS

De acordo com o repositório público da Comissão Europeia (CORDIS) que divulga informações sobre todos os projetos de investigação financiados pela União Europeia desde que há registo ([http://cordis.europa.eu/guidance/welcome\\_en.html](http://cordis.europa.eu/guidance/welcome_en.html)), foram financiados 30 projetos na fileira do sobreiro, 14 dos quais liderados por equipas portuguesas. Não é disponibilizada informação sobre os montantes globais ou por

instituição. A título de exemplo, destaca-se o projecto *CREOAK - Conservation and restoration of european cork oak woodlands: a unique ecosystem in the balance*, coordenado pelo Instituto Superior de Agronomia que decorreu entre 2002 e 2006 e no qual foram desenvolvidas ferramentas científicas e técnicas para a conservação, restauro e ampliação das florestas de sobreiro tendo culminado com a publicação de um livro em inglês (Aronson et al 2009).

### 2.3. DISTRIBUIÇÃO DOS FINANCIAMENTOS POR ÁREA CIENTÍFICA

No que se refere ao financiamento por área científica (Figura 3) e considerando apenas os projetos FCT, observa-se uma clara alocação para investigação na área da Genética do sobreiro com 37% do total de financiamento entre 2000 e 2013. O consórcio de ESTs de Sobreiro, com um investimento global de 600 mil euros em 2009 representa 38% do montante global atribuído para esta área.

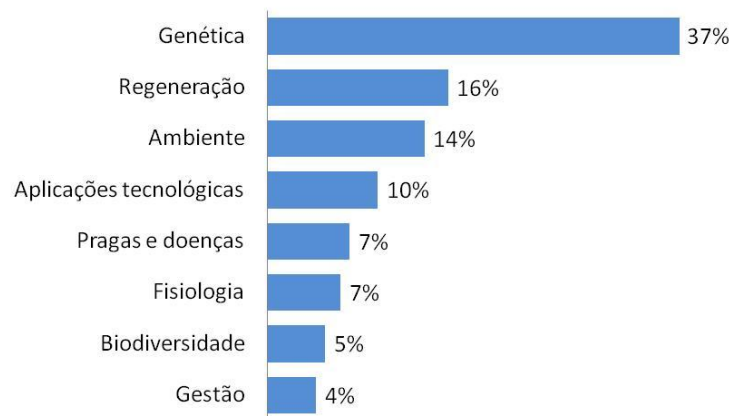


Figura 3 - Distribuição do montante financiado pela FCT entre 2000 e 2013 por área científica <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Distribuição dos projetos FCT por área científica: Ambiente: EXPL/AAG-GLO/2488/2013, POCTI/AGG/42349/2001, POCTI/AGG/48914/2002, PTDC/AGR-AAM/102042/2008, PTDC/AGR-FOR/4360/2012, PTDC/BIA BEC/102834/2008, Aplicações tecnológicas: POCTI/AGR/38940/2001, POCTI/AGR/46419/2002, PTDC/AGR-AAM/66224/2006, PTDC/CTM-MAT/2502/2012, Biodiversidade: POCI/AGR/63322/2004, POCI/BIA, BDE/61122/2004, PTDC/AGR AAM/108448/2008, Fisiologia: EXPL/AGR-FOR/1220/2012, POCI/AGR/59152/2004, POCI/CLI/60413/2004, POCTI/AGG/39220/2001, Genética/molecular: POCTI/AGR/39011/2001, PTDC/AGR AAM/100465/2008, PTDC/AGR GPL/104966/2008, PTDC/AGR GPL/118505/2010, PTDC/AGR GPL/118856/2010, PTDC/AGR-CFL/104197/2008, PTDC/AGR-GPL/101785/2008, SOBREIRO/0014/2009, SOBREIRO/0015/2009, SOBREIRO/0017/2009, SOBREIRO/0019/2009, SOBREIRO/0029/2009, SOBREIRO/0030/2009, SOBREIRO/0033/2009, SOBREIRO/0034/2009, SOBREIRO/0035/2009, SOBREIRO/0036/2009, SOBREIRO/0038/2009, SOBREIRO/0039/2009, Gestão: POCI/AGR/57279/2004, POCTI/AGR/35173/1999, Pragas e doenças: POCTI/AGR/34389/1999, POCTI/AGR/44348/2002, PTDC/AGR CFL/113831/2009, Regeneração: POCTI/AGG/41359/2001, POCTI/AGG/48704/2002, POCTI/AGR/36225/1999, PTDC/AGR AAM/102369/2008, PTDC/AGR AAM/104364/2008, PTDC/AGR GPL/118508/2010

Não foi possível obter os valores da produtividade do rácio do número de publicações e o montante financiado por área científica (c.f. Fig. 2) pelo facto de algumas publicações resultarem de financiamentos provenientes de projetos financiados por várias entidades não mencionadas no artigo. Por outro lado, alguns projetos de temáticas abrangentes podem dar origem a publicações em diversas áreas científicas o que dificulta a sistematização da informação. Por fim, existe um desfasamento entre a data de financiamento do projeto e a produção da publicação dos resultados.

### 3. FINANCIAMENTOS E PRODUÇÃO CIENTÍFICA AO LONGO DO TEMPO

O financiamento de projetos na fileira do sobreiro e da cortiça tem sido muito variável nos últimos 25 anos (Figura 4) em resultado dos programas de incentivo. De entre as linhas de financiamento analisadas (FCT, QREN e AGRO) especificamente na fileira do sobreiro e da cortiça, destaca-se o programa QREN, nomeadamente o Sistema de Incentivo ao Investimento das Empresas.

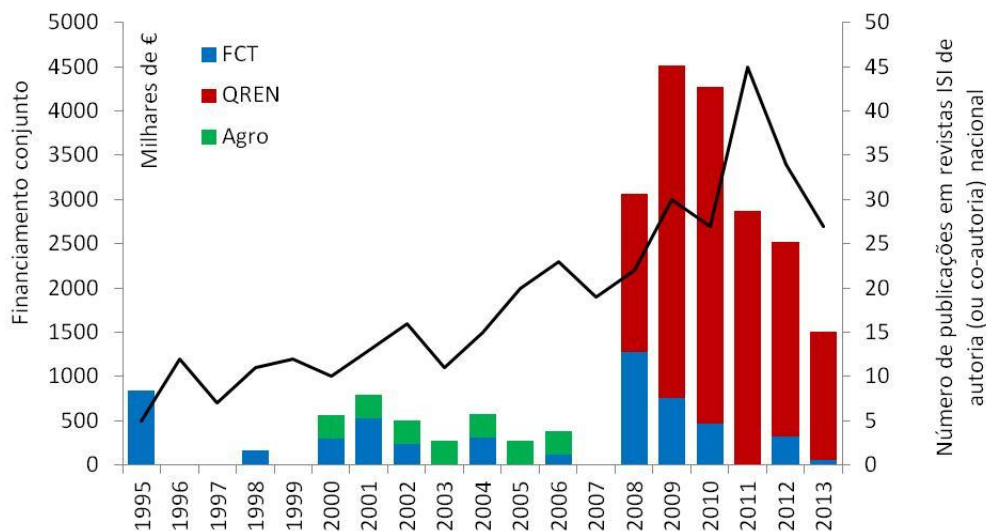


Figura 4 –Número anual de publicações em sobreiro em Portugal de 1995 a Outubro de 2013 (Plataforma Web of Knowledge) e montantes por linha de financiamento (Projectos FCT, AGRO e QREN entre 1995-2013). Nota: os montantes dos projetos AGRO foram distribuídos equitativamente entre 2000 a 2006.

Tem vindo a observar-se um decréscimo significativo no investimento I&D em projetos QREN e FCT na fileira da cortiça nos últimos 4 anos. Ainda que o número de publicações científicas em sobreiro tenha vindo a aumentar nos últimos 25 anos, à semelhança do que acontece no panorama global da ciência, o número de publicações

em sobreiro nos últimos 3 anos acompanha a tendência de decréscimo do investimento em projetos de investigação.

### III. ANÁLISE CRÍTICA DA INVESTIGAÇÃO EM SOBREIRO

O interesse pelo conhecimento da espécie do sobreiro tem-se mantido ao longo do tempo desde meados do século passado. O livro “Subericultura” de Natividade (Natividade 1950) ficou como referência que compila e sintetiza o conhecimento relevante então existente. No entanto, o contexto científico, socioeconómico e técnico alteraram-se profundamente. Em especial, no último quartel do séc. XX até ao presente, a elevada taxa de mortalidade dos sobreiros adultos levou a uma redução substancial da densidade dos povoamentos (DNGF 2010, ICNF 2013, UVA 2001). No que se refere ao estado de vitalidade dos povoamentos de sobreiro, de acordo com os últimos dados recolhidos (ICNF 2013), 59% dos povoamentos no país encontram-se com danos ligeiros a acentuados e a percentagem de árvores mortas é de 8,2%. A Beira Interior Sul e o Algarve são as zonas com maior percentagem de povoamentos com danos acentuados (mais de 20%). Porém, mais de 40% dos povoamentos no país onde o sobreiro é dominante, apresenta danos.

Em resultado das desadequadas técnicas culturais levarem à degradação dos montados e dos sobreirais, foi implementada a lei de proteção ao sobreiro e à azinheira (Decreto-Lei n.º 169/2001 de 25 de Maio). Esta lei limita as ações de corte ou arranque de sobreiros e azinheiras e impõe regras de gestão dos povoamentos. Destaca-se, por exemplo, a proibição de alteração de uso do solo por um período de 25 anos e das mobilizações de solo profundas que afetem o sistema radicular das árvores ou que provoquem destruição de regeneração natural. Apesar desta lei prolongar a idade média das árvores não se conhecem as suas consequências ecológicas e sanitárias para os ecossistemas florestais. Esta lei foi mais tarde alterada pelo Decreto-Lei n.º 155/2004, de 30 de Junho de 2004 pelas suas incongruências no que se refere à definição de áreas mínimas e medidas de minimização dos prejuízos causados pelos incêndios florestais.

Nesta seção apresenta-se uma análise crítica da investigação desenvolvida nos últimos anos na vertente da produção, centrada nas questões relacionadas com a perda de vitalidade, nomeadamente a regeneração, a gestão, as alterações climáticas e as pragas e doenças. Este capítulo está organizado no formato de pergunta/resposta considerando os conhecimentos da investigação e da aplicação prática no terreno terminando cada sessão com uma proposta de acção.

#### 1. REGENERAÇÃO NATURAL

A regeneração dos povoamentos de sobreiro em Portugal tem sido feita secularmente através de regeneração natural. Porém, a regeneração natural dos carvalhos sempre-verdes é complexa, incerta e demorada (Alves et al, 2012). Depende em primeiro lugar de condições favoráveis de floração, polinização e maturação da semente onde o clima desempenha um papel fundamental. A regeneração natural está condicionada pela abundância de produção de semente viável, sobretudo a produzida em anos de safra, assim como da disseminação da semente. No caso do sobreiro esta dispersão está condicionada pelas características morfológicas e físicas da semente, em particular pelo seu tamanho e peso. Por fim, depende de condições favoráveis para a germinação e crescimento das jovens plantas. O clima e a predação desempenham um papel fundamental nesta fase de estabelecimento e abordaremos os principais constrangimentos para o caso do sobreiro no nosso país.

A constituição de povoamentos por via de regeneração natural deverá ser visto caso a caso porque apresenta vantagens e desvantagens, nomeadamente os custos. De um modo geral o sucesso será sempre inferior em zonas de sobreiro em declínio ou em locais onde a pastorícia, a prevenção dos incêndios por corte de mato ou mobilização do solo não prevejam a devida proteção das plantas.

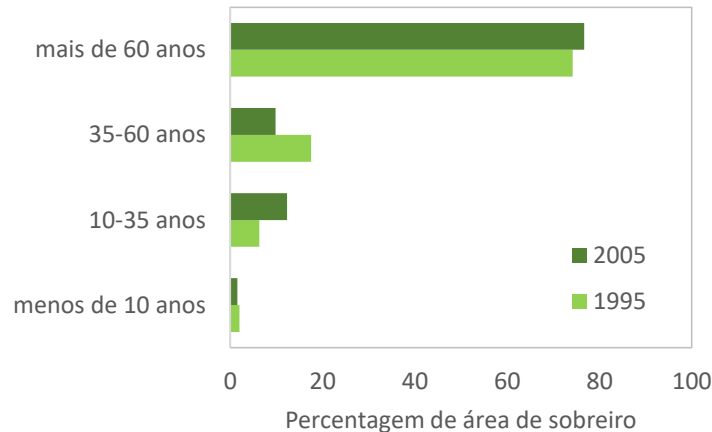
Os desafios decorrentes das alterações climáticas, da proliferação de novas pragas e doenças exigem novas abordagens de gestão que passam pela produção de plantas melhor adaptadas. A regeneração artificial permite a introdução de plantas geneticamente superiores e o estabelecimento de povoamentos regulares. Todavia as técnicas de florestação/reflorestação por plantação apresentam também os seus problemas de difícil resolução.

### SOBREIROS ENVELHECIDOS, SUSTENTABILIDADE COMPROMETIDA?

A estrutura e a idade dos povoamentos é muito importante na regeneração e, no caso do sobreiro em Portugal, o envelhecimento constitui também um fator de declínio. A sustentabilidade dos povoamentos de sobreiro depende de uma taxa de recrutamento, isto é, uma taxa de sobrevivência das plantas jovens superior à da mortalidade das árvores.

Ainda que a área de povoamentos dominados por sobreiro se tenha mantido relativamente estável nos dois últimos inventários florestais (2005 e 1995), os dados da área de sobreiro em Portugal são enganadores. A área de povoamentos com densidades inferiores a 40% aumentou de 10% para 30% em 10 anos. De acordo com o 5º Inventário Florestal Nacional (DNGF 2010), 66% dos povoamentos puros de sobreiro têm menos de 80 árvores por hectare. Também, a estrutura etária não favorece a regeneração natural. Para além de uma distribuição claramente desequilibrada entre classes de idade (Figura 5), mais de 75% dos povoamentos puros e mistos dominantes de sobreiro têm mais de 60 anos e apenas 14% são povoamentos puros jovens. Esta

discrepância é facilmente identificável na paisagem do montado onde predomina um único andar de copa, o das árvores velhas, pautado por uma quase ausência de árvores jovens nos andares inferiores. O número de árvores em idade reprodutiva é hoje muito inferior ao que era no passado e muitos povoamentos estão hoje numa fase decrescente do seu ciclo de vida. A manter-se a atual taxa de recrutamento, a manutenção da área de sobreiro a médio prazo estará comprometida.



*Figura 5 – Percentagem de área de sobreiro em 1995 e 2005 distribuída por classes de idade (DNGF 2010).*

Os inventários florestais devem permitir caracterizar as alterações na área de coberto do sobreiro ao longo do tempo. Porém, os dados de inventário existentes não refletem a verdadeira dimensão da perda de vitalidade do sobreiro devido à diferente metodologia utilizada na recolha da informação entre inventários sucessivos. É importante reproduzir nesses inventários as taxas de sucesso do recrutamento e fazê-lo com discriminação regional. Existe também uma forte relutância por parte dos serviços do estado na disponibilização de informação quantitativa útil que permita apoiar e clarificar o problema do declínio à comunidade científica. Um exemplo são os dados relativos ao corte dos sobreiros devido a questões fitossanitárias ou a disponibilização de dados climáticos de forma gratuita para a comunidade científica. A informação sobre a vitalidade das árvores, nomeadamente as solicitadas para abate, podem fornecer pistas quanto à incidência regional de mortalidade e sobre os fatores que lhe estão na origem. A fiscalização das áreas cofinanciadas por fundos comunitários de apoio à reflorestação pode ser uma boa forma de obter essa informação.

#### APROVEITAMENTO DA REGENERAÇÃO: MÁS ESCOLHAS NO PASSADO?

A regeneração natural através de semente é considerada o melhor método de perpetuar o sobreiro (Barros, C. et al 2006). O aproveitamento de rebentos caulinares



ou radicais, resultantes de gomos adventícios ou dormentes não oferece, aparentemente, garantias de vigor da planta e desconhecem-se os efeitos na produção e na qualidade da cortiça da árvore. Esta técnica de regeneração vegetativa é viável em sobreiros relativamente jovens (com menos de 40 anos de idade) e são (Catry et al 2006, ICNF 2014, Pausas et al 1997) sendo utilizada apenas, no aproveitamento da regeneração após fogo (Pausas et al, 1997). Uma razão da perda de vitalidade que se observa presentemente nos sobreiros pode estar relacionada com a origem das árvores: que método de regeneração deu origem aos sobreiros adultos do presente? No caso do sobreiro, o historial da árvore é importante.

*Uma análise retrospectiva da origem dos povoamentos de sobreiro recorrendo a ferramentas genéticas e de dendrocronologia pode ajudar a compreender o processo de recrutamento dos atuais povoamentos. A avaliação no presente das decisões de gestão tomadas no passado pode gerar um conhecimento útil para uma melhor gestão no futuro.*

#### É POSSÍVEL PREVER A PRODUÇÃO DE SEMENTE NO SOBREIRO?

Nas espécies sujeitas a anos de safra, a previsão da produção de semente é uma informação essencial para o planeamento das tarefas de reflorestação. O sobreiro produz sementes todos os anos mas com diferentes padrões de maturação. A produção apresenta uma grande variabilidade entre indivíduos, anos e regiões geográficas (Carevic 2010, Garcia-Mozo 2012). As condições climatéricas na Primavera, nomeadamente temperaturas negativas e geadas, são particularmente graves pelo seu efeito inibidor na produção de inflorescências (o candeio) (Diaz-Fernandez et al 2004; Pons et al 2012) e podem ser indicadoras quanto à produção de semente. No que respeita à silvicultura e para o caso da azinheira, nem a poda (Alejano et al 2011, Canellas et al 2007), nem a lavoura (Carevic et al 2010) parecem afetar a produção interanual de semente. O conhecimento actualmente existente é insuficiente para prever a produção de semente com suficiente rigor geográfico.

*Monitorização da produção anual de semente em parcelas permanentes de sobreiro em várias regiões para permitir investigar os fatores que estão na origem da produção de semente, nomeadamente os de origem climática. A capacidade de prever anos de safra possibilita um planeamento atempado e otimizado das ações de florestação, garantindo material de reprodução adequado.*

#### A ORIGEM DA SEMENTE É IMPORTANTE?

A origem de proveniência da semente influencia decisivamente as respostas da futura árvore ao ambiente e é apontada como um fator determinante na sobrevivência das

plantas no terreno. Os ensaios de proveniência de sobreiro em Portugal (Nunes et al 2008) indicam que as sementes de proveniências portuguesas apresentam as maiores taxas de sobrevivência em comparação com sementes de proveniência francesas, espanholas, italianas, marroquinas e tunisinas. A respeito deste assunto refere-se ainda um estudo que avaliou as taxas de germinação e sobrevivência de jovens plantas de sobreiro de diferentes origens de proveniências nacionais em solos infetados com *Phytophthora* no Algarve. O estudo concluiu que as proveniências do Alentejo e Algarve apresentavam as melhores performances (Moreira A.C. et al 2006). Conclui-se portanto que a origem da semente (i.e. genótipo) é relevante também na resistência a doenças.

É também importante a variabilidade genética dentro da população (Gonzalez-Rodriguez V. et al 2012) e a origem da planta-mãe. Garantir semente de elevada qualidade é fundamental assim como também é importante obter sementes frescas de elevada qualidade. Existem técnicas de conservação de semente sem perda de viabilidade até 18 meses (Merouani H. et al. 2003). A grande vantagem da conservação é possibilitar um maior controlo das taxas de germinação e de gestão das plantas em viveiro, ao contrário da sementeira imediatamente após a apanha que comporta maiores custos de produção em viveiro.

*Ensaio de proveniência e de descendência no terreno com monitorização no longo prazo. É importante utilizar os recursos genéticos apropriados, identificando não só as populações melhor adaptadas com maior probabilidade de sobrevivência durante o verão, mas também aquelas com melhor produção de cortiça e as mais resistentes a pragas e doenças.*

## 2. REGENERAÇÃO ARTIFICIAL

Tem-se vindo a verificar um decréscimo acentuado e generalizado do interesse na produção de sobreiro em viveiro. A baixa procura está associada aos elevados custos de instalação, nomeadamente retanchas, que apresentam reduzidas taxas de sucesso e que inviabilizam economicamente a produção de plantas.

### PRODUÇÃO DE SOBREIROS EM VIVEIRO: QUE GARANTIAS?

As técnicas de produção de plantas de sobreiro em viveiro em Portugal estão orientadas para minimizar os problemas de deficiência hídrica estival, após a instalação das plantas no terreno. As técnicas de condução das plantas visam sobretudo promover uma elevada capacidade de crescimento das raízes após a plantação e produzir plantas com uma adequada razão raiz/parte aérea (Costa-e-Silva

F. et al 2001). De facto, a sobrevivência das plantas no campo está dependente de um crescimento rápido das raízes em profundidade. O tipo de contentor alto e com um volume superior a 200 cm<sup>3</sup> (Chirino et al 2008) parece ser o mais indicado. Também, a idade das plantas à plantação não deve exceder 1 ano devido à malformação das raízes e ao desequilíbrio da razão raiz/parte aérea com o elevado tempo de crescimento em contentor (Gonzalez-Rodriguez et al 2011). O uso de fertilizantes, nomeadamente azotados, deve ter a preocupação de não causar desequilíbrios graves na razão raiz/parte aérea, em tudo desfavoráveis ao sucesso de estabelecimento das plantas no terreno (Merouani H. et al 2005). A técnica de privação de azoto nos estágios finais de crescimento no viveiro parece também aumentar as taxas de sobrevivência das plantas no terreno (Trubata R. et al 2008). Estudos de fertilização em viveiro, seguidos da avaliação da sobrevivência e crescimento após a plantação, referem que a fertilização no outono na azinheira não tem efeito na taxa de sobrevivência das plantas (Andivia E. et al 2011). A performance das plantas variou com a origem da semente sugerindo, mais uma vez, a importância da componente genética (Andivia E. et al 2012).

O processo de produção de plantas de sobreiro em viveiro, desde a sementeira aos tipos de contentor e substrato, obedece a critérios de qualidade para os quais existe uma legislação específica, implementada através do processo de certificação. A legislação nacional regula ainda os requisitos necessários para aprovação dos materiais de base destinados à produção de materiais florestais de reprodução e que estão inscritos no Catálogo Nacional de Materiais de Base (CNMB). Apesar do processo de certificação, na prática nem sempre se cumprem os critérios de qualidade prescritos. As plantas são com frequência plantadas já “velhas” e com uma reduzida capacidade de enraizamento, fator essencial para a sobrevivência durante o primeiro Verão no terreno. O problema poderá também residir no incumprimento de critérios de garantia de qualidade estabelecidos por referenciais normativos de certificação. Também, face à proliferação de organismos patogénicos radiculares, como as *Phytophthoras*, o rastreio fitossanitário deveria ser obrigatório e não apenas baseado na avaliação visual que é feita usualmente nos viveiros.

*Assegurar a qualidade das plantas à saída do viveiro e antes da instalação no campo. Avaliar a qualidade fitossanitária através do rastreio para a *Phytophthora* e outros agentes patogénicos muito agressivos. Desenvolver metodologias de rastreio económicas e expeditas.*

#### PROPAGAÇÃO VEGETATIVA: É POSSÍVEL A SUA UTILIZAÇÃO EM LARGA ESCALA?

Em programas de melhoramento florestal, os métodos de propagação vegetativa, viáveis, sem investimentos de grande monta, oferecem a possibilidade de obter rápida e eficazmente ganhos genéticos elevados que dificilmente seriam conseguidos

utilizando técnicas de melhoramento utilizando a via seminal. Utilizam-se dois métodos: a macropropagação (e.g. estacaria) e a micropropagação (e.g. organogénese e embriogénese somática). As técnicas de propagação vegetativa através de estacaria e enxertia apresentam limitações relacionadas com as reduzidas taxas de enraizamento e viabilidade dos enxertos (Romano et al. 1992). Condicionismos relacionados com a disponibilidade de material, a sua aclimação, fertilização e transplantação são necessários de modo a garantir a sobrevivência máxima do material enraizado pelo que a utilização destes métodos de propagação carecem ainda de estudos para otimização do método e redução de custos. Em relação à técnica de embriogénese somática em espécies florestais, é considerada uma forma eficaz, rápida e flexível de obter grandes quantidades de material vegetal de qualidade superior. No entanto, para ser aplicada de forma comercial será necessário desenvolver esta tecnologia visto que apenas os processos de estacaria e de embriogénese somática (ou o uso combinado de ambos) apresentam as características necessárias para serem utilizados em larga escala e de forma comercial em algumas espécies florestais (Lelu-Walter et al. 2013).

A embriogénese somática está descrita como viável e passível de ser utilizada de forma comercial em sobreiro, apesar do processo não estar plenamente compreendido (Vieitez et al. 2012; Lelu-Walter et al. 2013). Os resultados disponíveis apontam para que a estabilidade genética (e.g. poliploidia) seja mantida não sendo um entrave à propagação do material vegetal selecionado (Vieitez et al., 2012). De acordo com os mesmos autores a variabilidade nos explantes selecionados e as mutações pontuais de novo serão os maiores fatores de variação. No entanto as plantas geradas por esta tecnologia são consideradas geneticamente estáveis (Vieitez et al., 2012). As maiores dificuldades técnicas associadas à embriogénese somática são: a maturação, a germinação, a conversão, o efeito do genótipo (i.e. o sucesso da embriogénese somática está fortemente dependente do genótipo utilizado). Por outro lado as dificuldades económicas são o preço, a ausência de mercado, ausência de valorização do material melhorado apesar do seu desempenho superior (perceção da comunidade) e o tempo de retorno do investimento.

*Incentivo da investigação nos métodos de propagação, nomeadamente a embriogénese somática, a baixo custo. Investigação dos genes responsáveis pela resistência de certas plantas aos organismos patogénicos. Reprodução de plantas com boa produção de cortiça e diminuir o período entre tiragens de cortiça.*

### 3. SILVICULTURA

Conhecer as etapas e entender os processos associados ao estabelecimento das plantas no terreno é muito importante no quadro de declínio do sobreiro.

São vários os fatores que condicionam o sucesso do estabelecimento do sobreiro no terreno durante o primeiro ano. Um deles é a resposta das plantas à deficiência hídrica do primeiro Verão. Após a plantação e durante o primeiro ano é fundamental que as jovens plantas adquiram rapidamente uma capacidade de exploração eficiente dos recursos disponíveis (água, luz e nutrientes). Assim, é necessário que as plantas desenvolvam características fisiológicas e morfológicas ajustadas para a manutenção de um equilíbrio hídrico, sobretudo um bom desenvolvimento das raízes em profundidade no primeiro Inverno/Primavera no terreno (Trubata R. et al 2010). Uma elevada área foliar poderá ser prejudicial para as plantas uma vez que leva a um aumento das perdas de água por transpiração e põe em risco a manutenção de um equilíbrio hídrico durante o Verão. Ainda que o sobreiro seja tolerante à seca, a sobrevivência das plantas no terreno é muito variável, em geral com elevadas taxas de insucesso, sendo que em condições recorrentes de *secura* é maior a mortalidade (Sanchez-Humanes 2011). Na maior parte dos casos, desconhecem-se as causas que estão na origem dos sucessos e insucessos das plantações, tratando-se de uma questão particularmente relevante em regiões de clima mediterrânico (Ibáñez 2014).

O sucesso das plantações de sobreiro depende de vários fatores de que se destacam: as condições climáticas e edáficas do local, a qualidade e origem genética das plantas e as práticas silvícolas adotadas. Os principais constrangimentos à renovação dos povoamentos de sobreiro são as baixas taxas de regeneração natural e artificial. Ao contrário de espécies como o pinheiro bravo, o sobreiro está grandemente limitado por não dispor de um estrato de jovens plantas, suficientemente numeroso e resiliente, capaz de escapar à predação e sobreviver à *secura* estival durante o primeiro ano de vida. Existe um conhecimento que permite melhorar algumas práticas específicas, devendo as recomendações ser analisadas caso a caso.

#### É POSSÍVEL REDUZIR A MORTALIDADE DAS PLANTAS NO PRIMEIRO ANO?

Sim. Através de técnicas que reduzam o impacto da deficiência hídrica e do excesso de radiação é possível reduzir a mortalidade das plantas no primeiro ano. Ainda que a deficiência hídrica seja um fator muito relevante na sobrevivência das jovens plantas durante o primeiro ano, a interação com os fatores edáficos, climáticos e enquadramento cultural não permite fazer generalizações.

Parece importante distinguir diferentes fases do crescimento, nomeadamente a transição de jovens plantas para jovens árvores autónomas, o que poderá justificar uma alteração de gestão. Por exemplo, sabe-se que o sobreiro (e também a azinheira) apresenta uma relativa tolerância ao ensombramento nos estágios iniciais de desenvolvimento. Assim, o ensombramento criado por certo tipo de vegetação, como algumas espécies de arbustos ou estruturas artificiais que proporcionem este abrigo, tem um efeito benéfico nesses estágios iniciais de desenvolvimento (Alias et al., 2010,

Rolo et al., 2013, Smit et al., 2008). O ensombramento proporciona um microclima que reduz a evapotranspiração, os efeitos negativos do excesso de luz e de temperaturas elevadas e, ao mesmo tempo, oferecendo proteção física da predação por animais. A utilização de tubos protetores, sobretudo os micro-perfurados, é por isso aconselhada. Alguns estudos referem também a micorrização como tendo um efeito positivo no sucesso do estabelecimento no terreno (Sebastiana 2013). O recurso à rega ocasional em períodos críticos é também uma possibilidade que será referida adiante.

*Todos os fatores que condicionam a sobrevivência das plantas no primeiro ano devem ser tidos em conta para aumentar a sua probabilidade de sobrevivência, em particular a qualidade e a origem genética das plantas. Não é possível fazer generalizações.*

#### PODEM OS ARBUSTOS BENEFICIAR O RECRUTAMENTO DO SOBREIRO?

Os arbustos podem facilitar o recrutamento do sobreiro em alguns casos. A presença de arbustos melhora a qualidade nutricional dos solos (Moreno 2007) mas o seu efeito facilitador no recrutamento está muito relacionado com a espécie de arbusto (por ex. fixadores de azoto (Smit C. et al 2008)), vantagens competitivas e com as características do local nomeadamente em relação à fertilidade e disponibilidade hídrica. Por exemplo, num estudo realizado em Espanha, Rolo et al. (2013) refere o efeito de beneficiação dos arbustos *Cistus ladanifer* e *Retama sphaerocarpa* (fixador de N) nos estágios iniciais de desenvolvimento e nas taxas de sobrevivência de plantas jovens de azinheira. Outros estudos referem o efeito facilitador do arbusto *Genista hirsuta* para a azinheira (Smit et al. (2008) e do arbusto *Erica arborea* para o sobreiro (Perez-Devesa 2008). A vegetação arbustiva pode facilitar o estabelecimento da regeneração natural de sobreiro sobretudo em zonas de clareira ou em povoamentos muito esparsos onde existe um efeito negativo maior da seca do ar e do solo durante o Verão (Caldeira., M. C. et al 2013, Smit C. et al 2008). Os arbustos servem também como áreas de refúgio de sementes e jovens plantas. Debaixo destes a predação pelos animais é menor e as taxas de sobrevivência maiores, especialmente se as sementes estiverem enterradas (Gomez et al 2008, Leiva et al 2013).

O efeito facilitador dos arbustos depende das condições edafo-climáticas e da espécie de arbusto e deve ser avaliada caso a caso uma vez que os arbustos poderão também competir com as jovens plantas pelos recursos ambientais, como a água ou luz (Acacio et al 2007, Pausas et al 2006, Perez-Devesa 2008). Vários estudos apontam para um efeito negativo na sobrevivência de sobreiros pelas espécies de arbustos xerofíticos como são os do género *Cistus* sp. (Acacio 2007, Pausas et al. 2006).

A matorralização é considerada um forte constrangimento à gestão por exacerbar o risco de incêndio e por dificultar as operações silvícolas. A recorrência de incêndios pode originar o bloqueio da dinâmica de progressão da sucessão ecológica. Assim, o

estabelecimento de matagais xerofíticos e baixa diversidade podem, para além de competir com a vegetação arbórea, empobrecer a qualidade dos solos impedindo a colonização de outro tipo de vegetação e agravar os ciclos de recorrência de incêndios.

*Permitir o crescimento de determinadas espécies de arbustos, nomeadamente através do afolhamento rotativo, é uma técnica que deve ser equacionada sempre que possível na gestão dos povoamentos de sobreiro no sentido de melhorar a qualidade dos solos e de potenciar a regeneração natural, sobretudo nas primeiras idades. Ainda que a vegetação arbustiva possa ser aliada na gestão do montado para o recrutamento dos sobreiros, pode aumentar o risco de incêndio e a competição por recursos ambientais pelo que deve ser considerado caso a caso.*

#### EXISTE UM ENCABEÇAMENTO MÁXIMO COMPATÍVEL COM A REGENERAÇÃO DO SOBREIRO?

Sabe-se que o aumento de encabeçamento tem graves consequências sobre a capacidade de regeneração dos povoamentos. Ainda que existam alguns estudos em regeneração do montado com e sem pastoreio (Gonzalez-Rodriguez V. et al 2008), são raros aqueles que avaliaram o efeito de diferentes intensidades de pastoreio na regeneração de espécies arbóreas. Cierjacks (2004) refere que um encabeçamento máximo compatível com a regeneração de azinheira deverá ser muito inferior a 0.8 animais/ha. Todos os estudos com sobreiro referenciados na literatura apontam para uma forte incompatibilidade entre o pastoreio e a regeneração, com taxas de recrutamento nulas independentemente do tipo de gado (Plieninger 2007, Pulido 2001). Claramente, é uma área de investigação que merece mais atenção dado o enquadramento dos sistemas silvo-pastoris em que os montados se encontram.

A pastagem (natural ou melhorada) do sub-coberto do montado pode também afetar negativamente o recrutamento das jovens plantas de sobreiro por um efeito de competição, sobretudo em zonas fora de copa (Cerrillo 2005, Cuesta 2010). Num estudo em pastagens melhoradas com fertilização (Cubera 2012), verificou-se que o recrutamento de sobreiro foi negativamente afetado em benefício da comunidade herbácea devido à mais eficiente capacidade de assimilar água e nutrientes das herbáceas.

*Ter em conta que a regeneração natural ou artificial do sobreiro é fortemente afetada pelo pastoreio, mesmo quando existem proteções individuais das plantas. Equacionar a salvaguarda de áreas sem pastoreio por longos períodos de tempo de modo a aumentar a probabilidade de regeneração das árvores.*

#### VALE A PENA FERTILIZAR OU REGAR SOBREIROS ADULTOS?

Um dos objetivos da gestão é aumentar a produtividade. A aplicação de fertilizantes e corretivos do solo, é obviamente uma técnica com potencialidade para aumentar a produção primária. Sabe-se que o sobreiro não tolera solos excessivamente calcários ou com insuficiente capacidade de troca catiónica pelo que pode ser necessária a sua correção à instalação da planta. Os estudos sobre o efeito da fertilização no crescimento dos sobreiros referem-se, na sua maioria, a plantas jovens monitorizadas por períodos de tempo muito curtos (até 3 anos), desconhecendo-se o efeito sobre árvores adultas. Não existem estudos sobre fertilização em sobreiros adultos e os que existem em plantas jovens são contraditórios. Por exemplo, um estudo em azinheiras de 6 anos de idade que combinou fertilização e rega no terreno durante 2 anos, revelou que a fertilização foi mais importante do que a rega no crescimento (Pardos et al 2005). Gonzalez-Rodriguez et al. (2012) numa avaliação da emergência, sobrevivência e estabelecimento de sobreiro no terreno durante 2 anos mostrou que a adição de um total de 51 m<sup>3</sup> de água durante o Verão em intervalos de 15-30 dias influenciou a sobrevivência de sobreiros 1 ano após a instalação.

Vessella et al. (2010) refere que a rega de sobreiro com 4L/m<sup>2</sup> aplicados três vezes por semana, durante 2 anos, aumentou em 33% o crescimento em diâmetro dos sobreiros, podendo levar a uma antecipação do descortiçamento entre 6 a 10 anos. No entanto, desconhecem-se os efeitos do aumento do crescimento sobre a qualidade da cortiça. Igualmente, não existem estudos sobre o efeito da adição de nutrientes minerais na produção ou qualidade da cortiça.

Importa referir que a adição de fertilizantes deve ser ponderada num contexto financeiro e ambiental (Alves. M. et al 2012). Como tal, é necessário compreender e modelar o crescimento das árvores e das florestas em função dos seus limites de nutrição mineral por forma a evitar situações de consumo de luxo, incapacidade de absorção pelas árvores ou dispersão no ambiente.

*Fertilizar e regar a floresta pode não ser compatível com o valor da produção, isto é, ser economicamente inviável em áreas de clima mediterrânico. Poderá justificar-se à instalação da planta no terreno e para garantir a sobrevivência das plantas nas primeiras idades. Desconhecem-se os benefícios quanto à sua aplicação em sobreiros adultos ou como recuperação de estágios de degradação de árvores debilitadas.*

#### 4. PRAGAS E DOENÇAS

Por todo o século XX, mas mais marcadamente desde a década de 80, referem-se ocorrências de mortalidade de árvores. Os trabalhos desenvolvidos por Brasier (de 1993 a 1996) referem episódios de mortalidade severa na Península Ibérica em 1982, 1989, 1990-91. Em paralelo, surgem no resto do mundo extensas áreas de carvalhos afetadas por *Phytophthora ramorum* na Califórnia (Rizzo et al 2003) e também de



*Eucalyptus marginata* afetado por *P. cinnamomi* na Austrália (Shearer et al 2004). Verifica-se, de há 20 anos para cá, um aumento do número de trabalhos científicos sobre a *Phytophthora*, agente que veio a comprovar-se mais tarde como estando envolvido significativamente no processo de declínio do sobreiro e azinheira na Península Ibérica. Das publicações ISI consultadas na área científica de Pragas e doenças, 58% das referências são sobre *Phytophthoras* e destas mais de metade é em *P. cinnamomi*. O número de publicações em torno de organismos patogénicos como as *Phytophthoras* tem crescido exponencialmente e é claramente uma área de investigação emergente em Portugal e na Europa devido à rápida proliferação destes organismos e aos danos severos que provocam nas plantas.

O quadro de declínio dos povoamentos de sobreiro em Portugal assemelha-se ao de outras florestas na Europa e no mundo, reconhecidamente afetadas por espécies do género *Phytophthora* e outros agentes patogénicos extremamente agressivos e de fácil propagação. Tudo indica que a principal causa de perda de vitalidade do sobreiro em Portugal se relaciona com a proliferação generalizada deste agente. O grande desafio reside na dificuldade de detetar, agir e controlar o problema atempada e eficazmente.

#### PORQUE RAZÃO É A PHYTOPHTHORA CINNAMOMI UM ORGANISMO TÃO AGRESSIVO?

A *Phytophthora cinnamomi* é um oomiceta que se reproduz através de esporos. A dispersão é realizada por zoósporos nadantes, crescendo como os fungos através de hifas filamentosas e sobrevivendo a condições adversas sob a forma de oosporos de paredes espessas (clamidosporos) durante o período de secura estival. Após a produção de exsudados em solos com água, os zoósporos colonizam as raízes finas inviabilizando o transporte de água. A sintomatologia assemelha-se portanto à provocada por deficiência hídrica. Os sintomas de infeção na árvore surgem com o emurchecimento repentino e generalizado das copas, seguido da morte súbita da árvore em poucos meses, usualmente no início do Verão ou Outono. Pode também ocorrer uma morte gradual com perda anormal de folhas nos ramos do topo, progredindo para toda a copa e com formação de gomos epicórnicos. O sistema radicular é fortemente afetado, particularmente as raízes finas em solos húmidos. A mortalidade ocorre sem qualquer padrão espacial, em árvores isoladas, em grupo ou mesmo em povoamentos aparentemente sãos.

A *P. cinnamomi* possui elevada resistência e adaptação às condições climatéricas. A marcada variabilidade climática, quer sazonal ou entre anos, observada em Portugal não é pois obstáculo à proliferação do agente patogénico. Os levantamentos levados a cabo no país com identificação de *P. cinnamomi* sugerem que o agente se encontra amplamente difundido. Um estudo conduzido por Caetano, P. (2007) revela que das duas populações de *Phytophthora cinnamomi* presentes na Península Ibérica, a

proveniente de Portugal é a mais agressiva funcionando, muito provavelmente, como o principal agente causal de declínio do sobreiro na Península Ibérica.

*O facto de ser um agente patogénico radicular, cuja identificação é possível apenas por métodos moleculares e cuja sintomatologia na árvore se confunde com a provocada por outros fatores ambientais, torna a sua identificação no terreno extraordinariamente difícil. O rastreio de áreas para outros organismos patogénicos, especialmente os que dominam o espaço europeu, deveria ser equacionado. Os estudos sobre *Phytophthora* devem integrar várias disciplinas das ciências naturais, nomeadamente a genética e a fisiologia.*

#### É POSSÍVEL DISTINGUIR O AGENTE CAUSAL EM ÁRVORES DEBILITADAS?

Numa grande parte das situações não é possível relacionar o dano na árvore com o agente biótico responsável. A sintomatologia causada por pragas e doenças é, em muitos casos difícil de distinguir. Algumas espécies são marcadamente secundárias, isto é, infetando a árvore apenas quando ela se encontra já doente ou em estágios de debilidade muito avançados. É importante referir que a identificação de interações entre vários agentes bióticos é complexa e os efeitos acumulados de stresses climáticos associados a stresses bióticos são extraordinariamente difíceis de monitorizar e de quantificar. A identificação de doenças radiculares é particularmente difícil requerendo análises específicas aos solos e às raízes para determinação do agente causal. A grande maioria dos danos na árvore acabam por se manifestar ao nível das copas por diferentes intensidades de desfolha. De acordo com alguns estudos em sobreiro Caetano, P. (2007), parece haver mecanismos de base genética que podem explicar alguma resistência à infeção por *Phytophthora cinnamomi* em comparação com a azinheira, sendo o castanheiro particularmente sensível (Robin et al. 1998, Sanchez M. E. et al. 2005).

*O facto de existirem árvores (e proveniências) mais resistentes sugere que existe algum mecanismo genético envolvido na resposta da planta à infeção. Este aspeto deveria ser explorado para conhecimento dos mecanismos de resistência à doença e para desenvolvimento de um programa de melhoramento.*

#### É POSSÍVEL ERRADICAR A PHYTOPHTHORA EM POVOAMENTOS DE SOBREIRO?

Não. Os agentes patogénicos como as *Phytophthoras* possuem formas de sobrevivência e de disseminação que lhes permite manterem-se no solo indefinidamente. Os meios de luta disponíveis não têm resolvido de forma eficiente e duradoura os problemas sanitários das florestas atacadas, e o esforço tem sido dirigido

para medidas que evitem a proliferação dos agentes para novas áreas. Trabalhos relevantes nesta área têm sido desenvolvidos por equipas australianas, californianas e espanholas (Dunstan et al 2009, Kanaskie et al 2009, Navarro Cerrillo et al 2008, Solla et al 2009). Existem protocolos de limitação da proliferação da doença por novas áreas mas cuja implementação em Portugal não foi ainda experimentada. Algumas medidas referem: 1) a remoção e destruição de árvores sãs ou com sintomas num raio pré-definido em redor da zona afetada, 2) desinfeção de materiais de trabalho e veículos, 3) a supressão de espécies incubadoras do subcoberto (e.g. tremocilha). Na prática, estes métodos têm-se mostrado dispendiosos e pouco eficazes. Como medidas de prevenção refere-se o abandono de mobilizações profundas dos solos que destroem o sistema radicular dos sobreiros, o evitar da entrada de gado principalmente na época de alagamento dos solos e a utilização de plantas micorrizadas de forma a induzir defesas nas plantas.

*Só com medidas efetivas de controlo da propagação, fiscalizadas e aplicadas a larga escala se poderá restringir, ainda que sem garantias, a proliferação de agentes patogénicos como as Phytophthoras a novas áreas. A atual lei de proteção do sobreiro não favorece este controlo. É necessário testar medidas de circunscrição da proliferação em áreas piloto. Por outro lado considerar a alteração de uso do solo em áreas significativamente afetadas para outros usos florestais.*

#### É IMPORTANTE RECONHECER ZONAS INFETADAS COM PHYTOPHTHORA?

Sim, principalmente no caso de novas arborizações. O risco de insucesso do estabelecimento do sobreiro em solos infetados é muito elevado especialmente quando combinado com outros stresses ambientais. Num estudo realizado em Espanha com azinheira, onde se avaliou a sobrevivência de plantas jovens em solos naturalmente infetados com *P. cinnamomi* ao final de 2 anos, a mortalidade ocorrida resultou de um efeito combinado da secura estival e de agentes patogénicos radiculares (Rodriguez-Molina M. C. et al 2005). O mesmo autor, comparando a sobrevivência entre jovens plantas de sobreiro e azinheira crescendo em solos esterilizados e infetados, concluiu que o sobreiro é mais resistente e que esta resistência dependeu da origem da semente e do tipo de solo (Rodriguez-Molina M. C. et al 2002). Não se conhecem os mecanismos que estão na origem da diferente capacidade de resistência entre indivíduos, acreditando-se numa forte influência genética. É de salientar que pode existir um desfasamento temporal entre a infeção da árvore e a manifestação da doença com perda de vitalidade, podendo mesmo algumas árvores conviver com o agente patogénico sem nunca apresentarem sinais exteriores de debilidade.

Reconhecer e delimitar as áreas afetadas não é fácil. As análises aos solos requeridas para identificação do agente são demasiado dispendiosas para que o rastreio possa ser generalizado a extensas áreas e as inoculações nem sempre são bem sucedidas. Por essa razão alguns estudos têm sido conduzidos no sentido de identificar espécies bioindicadoras do subcoberto (como por exemplo a *Trachymene pilosa* (Crone et al 2013), o *Lupinus luteus* (Serrano et al 2010) e a *Umbellularia californica* (Davidson et al 2011, Kasuga et al 2012). Algumas espécies vegetais apresentam um potencial uso de controlo biológico por segregarem compostos químicos (elicitinas) na presença de *Phytophthora* como por exemplo a *Phlomis purpurea* (Cravador 2009-2012). Estes compostos tóxicos produzidos pelas plantas como resposta ao ataque de pragas e doenças apresentam um enorme potencial para desenvolvimento de novos herbicidas (Varejao et al 2013).

É importante reconhecer potenciais áreas de proliferação de agentes patogénicos como as *Phytophthoras* utilizando, por exemplo, modelos de simulação da evolução de agentes patogénicos num contexto de alteração de clima (Brasier 1996; Marcais et al 2004; Desprez-Loustau et al 2007).

*As decisões sobre novas reflorestações devem ter em conta a informação relativa às áreas com maior probabilidade de ocorrência de pragas e doenças quer no presente, quer no futuro.*

#### QUE OUTROS AGENTES PATOGENICOS E PRAGAS SÃO PREOCUPANTES NO CENÁRIO ACTUAL?

Para além da *Phytophthora*, as pragas e doenças que geram maior preocupação em Portugal no caso do sobreiro são os patogénicos radiculares e corticais da família *Botryosphaeriaceae* e *Phytium* devido à sua agressividade, resistência a alterações ambientais e fácil dispersão. O carvão do entrecasco (*Biscogniauxia mediterranea*) e a ferrugem do entrecasco (*Endothiella gyrosa*) estão amplamente disseminados pelo país mas não apresentam, de um modo geral, carácter epidémico. Das pragas que merecem destaque refira-se o *Platypus cylindrus*, coleóptero perfurador do tronco que mantém relações simbióticas com muitos fungos e também a cobrilha (*Coroebus undatus*), responsável pela perda de qualidade da cortiça e do seu valor de mercado. Em relação a esta última praga, existe uma clara deficiência de informação sobre os aspetos do seu ciclo de vida e meios de luta. Com muito menor importância, refiram-se também as pragas das sementes como o *Curculio elephas* ou a *Cydia splendana* (Branco et al., 2002; Leiva et al 2005) por contribuírem para a rápida inviabilização das sementes.

*O conhecimento sobre o ciclo de vida de algumas pragas como por exemplo a cobrilha está ainda por investigar assim como as interações entre organismos.*

## 5. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

O relatório da Agência Europeia do Ambiente de 2012 refere que a década de 2002–2011 foi a mais quente desde que há registo na Europa, com uma temperatura média terrestre 1,3 °C superior à da média pré-industrial. É consensual atribuir este aquecimento global ao aumento da concentração atmosférica de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) devido ao efeito de estufa deste gás. A concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera ronda atualmente as 400 partes por milhão por volume, alcançando o valor máximo registado nos últimos 420 000 de anos (IPCC 2007).

Em Portugal, o aumento da temperatura média do ar foi de 0,54°C por década nos últimos 40 anos, com um aumento estatisticamente significativo da ocorrência de eventos extremos de calor e de secas (Ramos et al 2011, Sousa et al 2011). Os cenários climáticos previstos para Portugal no final do século XXI apontam para um aquecimento médio no território de cerca de 2,5 °C e 4 °C, com uma diminuição generalizada da precipitação sobretudo no sul do país.

As alterações recentes do clima têm sido relacionadas com fenómenos de mortalidade crescente de árvores nas florestas na Europa (Choat et al 2012). Não existem estudos que relacionem diretamente a mortalidade dos sobreiros com fenómenos de alteração climática, no entanto, atribui-se esta mortalidade a um efeito do clima em combinação com a proliferação de pragas e doenças e o uso de desadequadas práticas de gestão.

### A RESILIÊNCIA DO SOBREIRO

Nativo numa região com verões quentes e secos, os sobreiros são árvores naturalmente adaptadas à secura estival dos climas Mediterrânicos. No entanto, os mecanismos de poupança de água ao nível da folha com o fecho dos estomas, implicam um risco de se limitar o arrefecimento das folhas. A planta está assim mais vulnerável aos danos provocados pelo excesso de radiação durante o Verão. Como proteção, o sobreiro possui folhas com características anatómicas e morfológicamente adaptadas que previnem estes danos. Por exemplo, são pequenas e espessas e por isso mais eficientes do que as folhas grandes na redução das perdas de água por unidade de massa de carbono assimilada.

A folhagem “sempre-verde” (persistente) do sobreiro pode ser uma vantagem competitiva porque permite manter ao longo do tempo uma capacidade de utilização de recursos ambientais, disponibilizando-os para a assimilação de carbono e crescimento (Larcher 2000). Em condições de secura extrema, os sobreiros podem perder parte da copa como estratégia de limitação da transpiração.

Vários estudos recentes demonstraram que os efeitos da redução da precipitação dependem sobretudo do período em que ocorre essa limitação. Assim, Besson et al

(2014), num estudo de exclusão da precipitação em sobreiro na região de Évora, mostrou que os efeitos mais negativos no crescimento ocorrem para as diminuições de disponibilidade hídrica na Primavera. Igualmente, noutro estudo em que se monitorizou o efeito de um Inverno extremamente seco (2011-2012) no balanço de carbono e no crescimento da cortiça (Costa-e-Silva F. et al. 2014), demonstrou-se que ao nível das árvores os efeitos foram atenuados pela precipitação da Primavera, mas agravando-se os efeitos do stress hídrico no crescimento de Verão. Este estudo mostrou ainda que a determinação do início do período de abscisão das folhas e renovação das copas tem um efeito muito significativo sobre a produtividade líquida anual do montado.

Os episódios de secura traduzem-se geralmente em quebras no crescimento da cortiça, recuperando os sobreiros rapidamente logo que se restabelecem condições favoráveis de humidade. Em situações de secas recorrentes ou prolongadas, esta recuperação pode estar comprometida. Uma perda contínua de folhas por efeito da seca pode conduzir, no médio prazo, ao empobrecimento das reservas internas que são indispensáveis para a manutenção e crescimento da árvore e ao crescimento de cortiça, resultando na sua debilidade.

Para fazer face à deficiência hídrica do solo e à secura do ar a árvore necessita de utilizar a água disponível de forma eficiente, regulando as perdas de água, captando a água de um grande volume de solo e do lençol freático através de um sistema radicular extenso e profundo. Ainda que mais de 80% da biomassa das raízes se encontre à superfície, o sobreiro possui raízes profundantes capazes de captar a água em profundidade e redistribuí-la, por processos hidráulicos, pelas camadas superficiais do solo (David et al 2013). Este sistema radicular permite a manutenção de elevadas taxas de transpiração durante o período de secura estival e é uma vantagem competitiva para os sobreiros. O prolongamento previsto do período seco de Verão em resultado das alterações climáticas, pode levar a limitações hídricas demasiado severas com interrupção da conectividade hidráulica entre as raízes e as folhas a um ponto de não-recuperação e morte da árvore.

Em conclusão, a persistência do sobreiro nas zonas mais áridas poderá depender do acesso e da disponibilidade da água subterrânea. Se as alterações do clima implicarem modificações significativas na quantidade e na sazonalidade da precipitação é exetável a ocorrência de situações de stress e o eventual aumento no declínio nessas áreas.

#### QUAIS OS IMPACTES DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NOS POVOAMENTOS DE SOBREIRO?

As alterações climáticas são um fator adicional que aumenta a incerteza das previsões da produtividade e do declínio. Períodos de seca recorrentes podem levar à depleção

das reservas de água do solo, afetando a produtividade por longos períodos e com um efeito debilitante nas árvores agravado pela interação com diversos agentes bióticos. Ainda que a água seja um fator chave num contexto de alteração do clima, ele não é o único. A diversidade de respostas dos sobreiros dependerá certamente da genética, das alterações específicas do clima e das condições edafo-climáticas dos povoamentos. A análise da possível evolução da área de ocupação do sobreiro deve considerar o complexo sistema de interações que ocorrem no ecossistema de montado, entre os diferentes estratos de vegetação (árvores, arbustos e ervas), no solo e a diferentes escalas temporais. Vejamos alguns exemplos.

Num povoamento de sobreiro da região centro do país onde o efeito da seca no Inverno/Primavera de 2012 foi estudado (Costa-e-Silva F. et al. 2014), a produção de ervas diminuiu 80% em comparação com um ano normal. No entanto, o sequestro de carbono no montado aumentou 45% durante este período em relação a um ano normal. Por outro lado, noutro estudo (Pereira, J. S. et al 2007), em povoamentos de azinheira e sobreiro de baixa densidade, numa região mais árida do interior do país, o sequestro de carbono do montado foi nulo ou mesmo uma fonte de CO<sub>2</sub> para a atmosfera devido ao desaparecimento do estrato herbáceo. Conclui-se assim, que num cenário de aquecimento global, os sobreiros podem beneficiar do aumento das temperaturas no Outono e Inverno. Também, impactes severos da seca num estrato de vegetação podem beneficiar outros estratos de vegetação.

O aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera tem um efeito positivo no crescimento das plantas devido à estimulação das taxas de fotossíntese por maior disponibilidade de CO<sub>2</sub>. Porém, este efeito estimulante pode ser de curta duração. Maroco et al. (2002) estudou a resposta de sobreiros jovens num ambiente enriquecido em CO<sub>2</sub> por quatro anos. Apenas com abundante adubação azotada houve resposta ao enriquecimento do ar em CO<sub>2</sub>. É provável que nas condições naturais dos povoamentos de sobreiro em Portugal, e mantendo-se constantes todos os outros fatores, o efeito “fertilizante” pelo CO<sub>2</sub> apenas traga potenciais benefícios em áreas muito restritas de solos de boa qualidade nutricional.

O aumento da temperatura do ar pode beneficiar indiretamente os povoamentos de sobreiro através dos processos que ocorrem ao nível dos solos. Temperaturas elevadas na época húmida podem estimular as taxas de mineralização da matéria orgânica com efeitos positivos para as plantas, frequentemente limitadas por baixos níveis de nutrientes no solo. Por outro lado, as chuvas esporádicas durante o verão estimulam a respiração dos microrganismos e levam à lixiviação de nutrientes do solo uma vez que, nesta altura do ano, grande parte das raízes finas estão mortas.

#### O SEQUESTRO DE CARBONO NOS POVOAMENTOS DE SOBREIRO E A PEGADA DE CARBONO DOS VEDANTES DE CORTIÇA

Determinar a pegada de carbono dos produtos associados à fileira do sobreiro e da cortiça implica avaliar as emissões e remoções de gases com efeito de estufa em todo o setor, desde a floresta até ao destino final dos produtos, incluindo o seu processamento industrial. Portugal é responsável por 53% da produção mundial de cortiça. Extraem-se anualmente cerca de 90 mil toneladas de cortiça sendo uma percentagem significativa transformada em rolhas. Uma rolha de cortiça retém cerca de 6g de CO<sub>2</sub>, o equivalente a metade do seu peso. A quantidade de carbono removida do ecossistema através do descortiçamento a cada 9-10 anos é praticamente negligenciável (próximo de 1%) em comparação com o sequestro acumulado nos sobreiros durante esse período. O carbono retido nos produtos da cortiça poderá manter-se por longos períodos, até ao momento da queima e devolução do carbono em forma de CO<sub>2</sub> à atmosfera.

Num contexto de competitividade com os vedantes alternativos (e.g. alumínio e plástico), este conhecimento é de importância estratégica para o setor. Um estudo que comparou as emissões de gases com efeito de estufa no ciclo de vida das rolhas de cortiça e dos vedantes sintéticos mostrou que a pegada de carbono é significativamente inferior na produção de rolhas de cortiça (PwC, 2008). No entanto, a fileira, para além da produção de rolhas, engloba hoje uma vasta gama de outros produtos derivados da cortiça em franca expansão nos mercados nacionais e internacionais. Importa por isso contabilizar as principais fontes, sumidouros e reservatórios de carbono do sistema para decidir como e onde podem ser promovidas mudanças no sentido de minimizar os impactos das emissões.

Atualmente, a determinação mais rigorosa da capacidade de sequestro de carbono de um ecossistema é feita através do método do fluxo turbulento. Esta metodologia permite quantificar os fluxos de carbono e de água entre a atmosfera e o ecossistema numa área relativamente grande (dezenas de ha) e com uma elevada discriminação temporal (medidas a cada 30 minutos). Desta forma, permite a compreensão dos processos de funcionamento do ecossistema, por exemplo, relacionando a variabilidade climática, os eventos extremos ou as operações de gestão (e.g. gradagem, descortiçamento) com o sequestro de carbono do ecossistema.

Os montados nacionais têm sido monitorizados através desta técnica há já vários anos. Durante a década passada monitorizou-se em Évora um montado pouco denso (cerca de 30% de cobertura das copas) que reteve em média 88 g de carbono por m<sup>2</sup> e por ano. Mais recentemente, desde 2009, um montado em melhores condições de solo e clima, com gestão florestal certificada na região de Coruche, tem sido monitorizado por equipas do Instituto Superior de Agronomia. Neste montado, o sequestro anual de carbono foi de 360 g de carbono por m<sup>2</sup> por ano. De salientar, portanto, que a capacidade de sequestro depende das condições de clima e solo e da densidade de árvores do montado. O estudo deste montado insere-se numa rede integrada de monitorização de longo termo da União Europeia (ICOS, Integrated Carbon Observation System) para quantificar o balanço de carbono em diferentes



ecossistemas, na atmosfera e nos oceanos. Este conhecimento é necessário para compreender o estado atual e prever o comportamento futuro das emissões globais do ciclo de carbono e gases de efeito estufa.

#### IV. LINHAS PRIORITÁRIAS DE INVESTIGAÇÃO

A investigação sobre o declínio do sobreiro contribuiu para preencher lacunas no conhecimento científico de base sobre o sobreiro em Portugal<sup>2</sup> mas não levou à criação de uma prescrição destinada a contrariar a ocorrência deste síndrome. A análise aos resultados desta investigação evidencia uma grande dispersão temática e, ainda assim, alguma redundância. O número de investigadores nacionais é baixo e estão dispersos por inúmeras áreas científicas. No financiamento da investigação florestal não existe uma perspetiva de médio-longo prazo, sendo este um constrangimento frequentemente apontado mas que pode ser compensado pelo trabalho em rede ou em equipa. Na ausência da definição de linhas prioritárias de investigação na maior parte dos programas, os investigadores são facilmente empurrados para temas demasiado específicos e pouco articulados. Por outro lado, parece haver uma dificuldade (ou relutância) em apoiar a constituição de grandes equipas coerentes para abordar tópicos complexos, como por exemplo o declínio do sobreiro.

Ainda que não existisse uma estratégia I&D para o sobreiro, os concursos para os projetos de investigação têm sido orientados para a aplicação dos resultados. No entanto, a produção de conhecimentos de natureza prática e aplicada tem sido limitada e insuficientemente sistematizada. Por exemplo, não houve nem a procura, nem a capacidade/interesse para produzir um manual de combate ao declínio, embora a pesquisa e a experimentação permitam a integração no fluxo de informação sobre o declínio das quercíneas em geral. Já a prescrição de novas rotinas e procedimentos para a silvicultura pode ser feita, mas sem garantias de sucesso.

Há uma clara dificuldade na transferência do conhecimento científico para os agentes envolvidos na gestão da floresta. É evidente que não basta a disponibilização de recursos financeiros e humanos para traduzir o conhecimento científico em aplicação prática. A experiência mostra que ocorreu uma efetiva melhoria da prática da silvicultura. Para isso, uma condição essencial é a existência de técnicos do lado dos utilizadores, por exemplo, nas associações de produtores, com formação científica de elevada qualidade que sejam reais interlocutores na comunicação fiável entre produtores e as instituições de investigação.

A mobilização de conhecimentos a nível nacional mostrou que o declínio do sobreiro, a par com o declínio generalizado de quercínias na Europa e no Mundo, revela a necessidade de uma abordagem mundial transversal e pluridisciplinar. No caso do

---

<sup>2</sup> Note-se que tratamos aqui apenas do conhecimento da biologia e da gestão florestal da espécie em interação com agentes bióticos e condições ambientais.

sobreiro, tudo indica que a perda de vitalidade se irá manter no futuro e muito dificilmente será solucionada sem investigação crucial de base, por exemplo, no que se refere à caracterização do binómio parasita/planta hospedeira no caso da *Phytophthora*.

Tendo em conta os resultados publicados e a capacidade das instituições de investigação e desenvolvimento, sugerem-se algumas linhas prioritárias de investigação que podem contribuir para um melhor conhecimento da biologia do sobreiro e das espécies a ele associadas e melhorar a produtividade e a sustentabilidade ao nível do ecossistema:

### PRAGAS E DOENÇAS

O **combate** e o **controlo da proliferação** de pragas e doenças é um dos grandes desafios da gestão florestal na atualidade. Também nesta área se deve priorizar a investigação de longo prazo e em áreas piloto. Em particular, estudar a evolução do processo infeccioso de algumas doenças de difícil diagnóstico, como por exemplo, as **Phytophthoras**.

Deve promover-se o desenvolvimento e implementação de programas de **gestão integrada**<sup>3</sup> de pragas e doenças com investigação do potencial de **luta biológica** assim como o desenvolvimento de novos **fitofármacos**.

É igualmente importante **modelar a área de expansão de pragas e doenças** já existentes e as que se podem tornar potencialmente perigosas no futuro de forma a apoiar a tomada de decisão sobre novas reflorestações.

### TÉCNICAS DE SILVICULTURA

A investigação ao nível do ecossistema deve dar particular ênfase à experimentação e modelação das interações entre **árvores** e **vegetação do subcoberto** no contexto agro-florestal.

As mudanças na gestão da vegetação herbácea-arbustiva quanto à prevenção contra incêndios, tem o potencial para uma gestão sustentável e a limitação das condições de suscetibilidade ao declínio.

Investigar as opções de silvicultura que podem conduzir a uma **antecipação da produção de cortiça** nomeadamente, estudos de fertilização e rega no terreno com acompanhamento dos ensaios para estudar o efeito na produtividade e qualidade da cortiça.

---

<sup>3</sup> Consideramos aqui, especialmente, as interações relevantes para o declínio do sobreiro.

### ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

As alterações climáticas representam um enorme desafio à capacidade humana para um desenvolvimento **sustentável**. No caso do sobreiro, a investigação deve promover **estudos de longo prazo em áreas piloto** contemplando pelo menos um ciclo de produção de cortiça.

São particularmente relevantes os estudos de **adaptabilidade** ao meio. É importante modelar o potencial produtivo de acordo com cenários de alteração do clima futuro, com o objetivo de apoiar o desenvolvimento de **planos estratégicos** de gestão para o sobreiro.

Deve igualmente promover-se uma gestão florestal adaptativa no quadro dos cenários de alterações climáticas, incorporando os conhecimentos emergentes e encarando a gestão como um **processo contínuo de aprendizagem**.

### GENÉTICA E MELHORAMENTO

O investimento num programa de melhoramento de sobreiro é fundamental para a disponibilização de génotipos superiores. Porém, é um processo moroso devido ao lento crescimento, a tardia frutificação das árvores e o longo período necessário para que se possa avaliar o controlo genético na qualidade da cortiça.

O acompanhamento/manutenção dos **ensaios de proveniência e descendência** já instalados permitem, no curto prazo, disponibilizar “matéria-prima” para a seleção de indivíduos e, no longo termo, avaliar a sua superioridade, estimar a variabilidade genética da espécie e onde está localizada.

Ainda que a criação de “uma floresta clonal” através da multiplicação vegetativa de árvores adultas selecionadas pelo seu fenótipo ou de plantas jovens selecionadas pelas características adaptativas, não seja uma prioridade, este processo pode constituir um primeiro passo para a **disponibilização de propágulos superiores**, a par da seleção de povoamentos pela sua qualidade fenotípica e geridos como produtores de semente.

Por último, referir que a **descodificação do genoma** do sobreiro é importante porque permitirá detetar precocemente características de interesse do sobreiro, aumentando a **eficácia dos estudos** e um progresso muito mais rápido da investigação. Merecem particular destaque os estudos sobre as respostas ao stress abiótico e biótico, o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo e mecanismos de formação de cortiça. Neste ponto, a investigação deve ser **multidisciplinar**, beneficiando das sinergias entre os diversos ramos das ciências biológicas e não apenas da genética.

## V. CONCLUSÕES

A investigação do sobreiro em Portugal no último decénio produziu informação muito relevante sobre o conhecimento de base da espécie. Identificaram-se fraquezas na investigação do sobreiro em Portugal, como por exemplo, a grande dispersão temática, a redundância, o baixo número de investigadores e a falta de multidisciplinaridade das equipas.

Porém, concluiu-se que o pouco conhecimento gerado para dar resposta à questão do declínio não é o resultado da falta de qualidade ou capacidades das instituições e equipas nacionais, mas resulta de problemas fundamentais a jusante.

O primeiro diz respeito à complexidade dos fatores que estão na origem da perda de vitalidade - pragas e doenças, alterações climáticas, gestão - que interagem entre si e com impactes difíceis de analisar no espaço e no tempo.

O segundo diz respeito à ausência de uma estratégia nacional concertada para deter a expansão do declínio por novas áreas. É necessário um financiamento a longo prazo a par de uma concertação de equipas multidisciplinares. É necessário, também, definir prioridades a nível regional, colocando as questões apropriadas integrando os interesses de todos os agentes da fileira.

Por último, é de salientar que a problemática da perda de vitalidade do sobreiro se enquadra num contexto mais amplo do declínio dos carvalhos, requerendo por isso uma investigação interdisciplinar e interativa a nível internacional. Neste sentido, estamos em crer que a proposta de criação de centros de competência com a participação de universidades e centros de investigação, organizações de produtores, indústria e prestadores de serviços será um passo fundamental para a resolução do problema da perda de vitalidade do sobreiro.

## REFERÊNCIAS

- Acacio, V., M. Holmgren, P. A. Jansen and O. Schrotter (2007). Multiple Recruitment Limitation Causes Arrested Succession In Mediterranean Cork Oak Systems. *Ecosystems* 10(7): 1220-1230.
- Aiff (2010). Caracterização Da Fileira Florestal Portuguesa-Aditamento, AIFF - Associação Para a Competitividade da Indústria da Fileira Florestal.
- Alejano, R. V.-P., J., Carevic,F., Fernandez,M. (2011). Do Ecological And Silvicultural Factors Influence Acorn Mass In Holm Oak (Southwestern Spain)? *Agroforestry Systems* 83(1): 25-39.
- Alias, S., L. Bianchi, G. Calamini, E. Gregori and S. Sioni (2010). Shrub Facilitation Of *Quercus Ilex* And *Quercus Pubescens* Regeneration In A Wooded Pasture In Central Sardinia (Italy). *Iforest-Biogeosciences and Forestry* 3: 16-22.
- Alves, A. M. P., J. S., Correia, A. V. (2012). *Silvicultura, A Gestão Dos Ecosistemas Florestais*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.
- Andivia, E. F., Manuel,Vazquez-Pique,Javier (2011). Autumn Fertilization Of *Quercus Ilex Ssp Ballota* (Desf.) Samp. Nursery Seedlings: Effects On Morpho-Physiology And Field Performance. *Annals of Forest Science* 68(3): 543-553.
- Andivia, E., F. Carevic, M. Fernandez, R. Alejano, J. Vazquez-Pique and R. Tapias (2012). Seasonal Evolution Of Water Status After Outplanting Of Two Provenances Of Holm Oak Nursery Seedlings. *NEW FORESTS* 43(05-Jun): 815-824.
- Aronson, J. Pereira, J.S.,Pausas,J. (2009). *Cork Oak Woodlands On The Eddge: Ecology, Biogeography, And Restoration Of An Ancient Mediterranean Ecosystem*, Island Press.
- Barros, C. and E. Sousa (2006). *Boas Práticas De Gestão Do Sobreiro E Da Azinheira*. Direcção Geral dos Recursos Florestais.
- Besson, C. K., R. Lobo-Do-Vale, M. L. Rodrigues, P. Almeida, A. Herd, O. M. Grant, T. S. David, M. Schmidt, D. Otieno, T. F. Keenan, C. Gouveia, C. Mériaux, M. M. Chaves and J. S. Pereira (2014). Cork Oak Physiological Responses To Manipulated Water Availability In A Mediterranean Woodland. *Agricultural and Forest Meteorology* 184: 230-242.
- Branco, M., C. Branco, H. Merouani and M. H. Almeida (2002). Germination Success, Survival And Seedling Vigour Of *Quercus Suber* Acorns In Relation To Insect Damage. *Forest Ecology and Management* 166(01-Mar): 159-164.
- Brasier, C. M., F. Robredo and J. F. P. Ferraz (1993). Evidence For *Phytophthora-Cinnamomi* Involvement In Iberian Oak Decline. *Plant Pathology* 42(1): 140-145.

- Brasier, C. M. (1996). *Phytophthora Cinnamomi* And Oak Decline In Southern Europe. Environmental Constraints Including Climate Change. *Annales Des Sciences Forestieres* 53(02-Mar): 347-358.
- Bugalho, M. N. (2007). *A Vitalidade Dos Povoamentos De Sobreiro E Azinheira - Relatório Síntese Da Conferência De Évora De 25 A 27 De Outubro De 2006*, CEABN, Instituto Superior de Agronomia.
- Caetano, P. C. L. (2007). *Envolvimento De Phytophthora Cinnamomi No Declínio De Quercus Suber E Q. Rotundifolia: Estudo Da Influência De Factores Bióticos E Abióticos Na Progressão Da Doença. Possibilidades De Controlo Químico Do Declínio*, Universidade do Algarve. PhD.
- Caldeira, M. C., I. Ibáñez, C. Nogueira, M. N. Bugalho, X. Lecomte, A. Moreira and J. S. Pereira (2013). Direct And Indirect Effects Of Tree Canopy Facilitation In The Recruitment Of Mediterranean Oaks. *Journal of Applied Ecology*.
- Camilo-Alves, C. C., M. I. E., Ribeiro, N (2013). Decline of Mediterranean oak trees and its association with *Phytophthora cinnamomi*: a review. *European Journal of Forest Research* 132(3): 411-432.
- Canellas, I. R., S., Poblaciones, M. J., Gea-Izquierdo, G., Olea, L. (2007). An Approach To Acorn Production In Iberian Dehesas. *Agroforestry Systems* 70(1): 415-20.
- Carevic, F. S., M. Fernandez, R. Alejano, J. Vazquez-Pique, R. Tapias, E. Corral and J. Domingo (2010). Plant Water Relations And Edaphoclimatic Conditions Affecting Acorn Production In A Holm Oak (*Quercus Ilex L. Ssp Ballota*) Open Woodland. *Agroforestry Systems* 78(3): 299-308.
- Catry, F. X., et al. (2006). Effects Of Fire On Tree Survival And Regeneration In A Mediterranean Ecosystem. *Forest Ecology and Management* 234: S197.
- Cerrillo, R. M. N., B. Fragueiro, C. Ceaceros, A. Del Campo and R. De Prado (2005). Establishment Of *Quercus Ilex L. Subsp Ballota* Desf. Samp. Using Different Weed Control Strategies In Southern Spain. *Ecological Engineering* 25(4): 332-342.
- Chirino, E., A. Vilagrosa, E. I. Hernandez, A. Matos and V. R. Vallejo (2008). Effects Of A Deep Container On Morpho-Functional Characteristics And Root Colonization In *Quercus Suber L.* Seedlings For Reforestation In Mediterranean Climate. *Forest Ecology and Management* 256(4): 779-785
- Choat, B., S. Jansen, T. J. Brodribb, H. Cochard, S. Delzon, R. Bhaskar, S. J. Bucci, T. S. Feild, S. M. Gleason, U. G. Hacke, A. L. Jacobsen, F. Lens, H. Maherali, J. Martinez-Vilalta, S. Mayr, M. Mencuccini, P. J. Mitchell, A. Nardini, J. Pittermann, R. B. Pratt, J. S. Sperry, M. Westoby, I. J. Wright and A. E. Zanne (2012). Global Convergence In The Vulnerability Of Forests To Drought. *Nature* 491(7426): 752-+.

- Cierjacks, A. and I. Hensen (2004). Variation Of Stand Structure And Regeneration Of Mediterranean Holm Oak Along A Grazing Intensity Gradient. *Plant Ecology* 173(2): 215-223.
- Correia, T. P. R., Nuno, Potes, José (2013). Livro Verde Dos Montados, ICAAM-UE, IPS-ESA.
- Costa e Silva, F., A.C. Correia, A. Piayda, M. Dubbert, C. Rebmann, M. Cuntz, C. Werner, J.S. David, J.S. Pereira, Effects of an extremely dry winter on net ecosystem carbon exchange and tree phenology at a cork oak woodland. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2014. DOI: 10.1016/j.agrformet.2015.01.017
- Costa-e-Silva, F., S. Moura, M. H. Almeida, M. R. Chambel and J. S. Pereira (2001). Cork-Oak Seedling Production: Container Capacity An D Substrate Effect On Seedling Field Performance. ANPA.
- Cravador, A. J. M. (2009-2012). Projecto Produção De Compostos Activos Contra Phytophthora Cinnamomi Por Phlomis Purpurea, Análise Do Metaboloma E Do Transcritoma / Product Ion Of Active Compounds Against Phytophthora Cinnamomi By Phlomis Purpurea. Metabolite And Transcript Profiling. Universidade do Algarve (UALG), Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FFC/FC/UL).
- Crone, M., J. A. McComb, P. A. O'brien and G. E. S. J. Hardy (2013). Assessment Of Australian Native Annual/Herbaceous Perennial Plant Species As Asymptomatic Or Symptomatic Hosts Of Phytophthora Cinnamomi Under Controlled Conditions. *Forest Pathology*.
- Cubera, E., G. Moreno, A. Solla and M. Madeira (2012). Root System Of Quercus Suber L. Seedlings In Response To Herbaceous Competition And Different Watering And Fertilisation Regimes. *Agroforestry Systems* 85(2): 205-214.
- Cuesta, B., P. Villar-Salvador, J. Puertolas, J. M. Rey Benayas and R. Michalet (2010). Facilitation Of Quercus Ilex In Mediterranean Shrubland Is Explained By Both Direct And Indirect Interactions Mediated By Herbs. *Journal of Ecology* 98(3): 687-696.
- David, T. S., C. A. Pinto, N. Nadezhdina, C. Kurz-Besson, M. O. Henriques, T. Quilhó, J. Cermak, M. M. Chaves, J. S. Pereira and J. S. David (2013). Root Functioning, Tree Water Use And Hydraulic Redistribution In Quercus Suber Trees: A Modeling Approach Based On Root Sap Flow. *Forest Ecology and Management* 307: 136-146.
- Davidson, J. M., H. A. Patterson, A. C. Wickland, E. J. Fichtner and D. M. Rizzo (2011). Forest Type Influences Transmission Of Phytophthora Ramorum In California Oak Woodlands. *Phytopathology* 101(4): 492-501.
- Desprez-Loustau, M. L., C. Robin, G. Reynaud, M. Deque, V. Badeau, D. Piou, C. Husson and B. Marçais (2007). Simulating The Effects Of A Climate-Change Scenario On The Geographical Range And Activity Of Forest-Pathogenic Fungi. *Canadian Journal of Plant Pathology-Revue Canadienne De Phytopathologie* 29(2): 101-120.



Diaz-Fernandez, P. M. C., J., Gil, L. (2004). Biennial Acorn Maturation And Its Relationship With Flowering Phenology In Iberian Populations Of *Quercus Suber*. *TREES-STRUCTURE AND FUNCTION* 18(6): 615-621.

Dngf, Direcção Nacional De Gestão Florestal. (2010). 5.º Inventário Florestal Nacional.

Dunstan, W. A., T. Rudman, B. L. Shearer, N. A. Moore, B. Dell, C. Crane, S. Barrett and G. E. S. J. Hardy (2009). Containment And Eradication Of *Phytophthora Cinnamomi* In Native Vegetation In South-Western Australia And Tasmania. . *Phytophthoras in Forests and Natural Ecosystems* Monterey, California, Fourth Meeting of the International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) Working Party S07.02.09

García-Mozo, H., E. Dominguez-Vilches and C. Galán (2012). A Model To Account For Variations In Production In Southern Spain. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 19: 403-408.

Gomez, J. M., C. Puerta-Pinero and E. W. Schupp (2008). Effectiveness Of Rodents As Local Seed Dispersers Of Holm Oaks. *Oecologia* 155(3): 529-537.

Gonzalez-Rodriguez, V., I. C. Barrio and R. Villar (2012). Within-Population Variability Influences Early Seedling Establishment In Four Mediterranean Oaks. *ACTA OECOLOGICA-INTERNATIONAL JOURNAL OF ECOLOGY* 41: 82-89.

Gonzalez-Rodriguez, V., R. M. Navarro-Cerrillo and R. Villar (2011). Artificial Regeneration With *Quercus Ilex* L. And *Quercus Suber* L. By Direct Seeding And Planting In Southern Spain. *Annals of Forest Science* 68(3): 637-646.

Ibáñez, B., I. Ibáñez, L. Gómez-Aparicio, P. Ruiz-Benito, L. V. García and T. Marañón (2014). Contrasting Effects Of Climate Change Along Life Stages Of A Dominant Tree Species: The Importance Of Soil–Climate Interactions. *Diversity and Distributions*: n/a-n/a.

Icnf (2014). Sobreiro - Regeneração Natural . <http://www.icnf.pt/portal/florestas/gf/prdflo/montado/sobreiro-regeneracao-natural>.

Icnf, Instituto De Conservação Da Natureza E Das Florestas (2013). Áreas Dos Usos Do Solo E Das Espécies Florestais De Portugal Continental 1995 | 2005 | 2010 Ifn 6 Resultados Preliminares V1.1.

Ippc (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis - Summary For Policymakers*. Contribution Of Working Group I To The Fourth Assessment Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change. UK, Cambridge University Press.

Kanaskie, A., E. Goheen, E. Hansen, N. Osterbauer, M. McWilliams, R. Schultz, S. Savona, W. Sutton and P. Reeser (2009). Early Detection And Eradication Of *Phytophthora Ramorum* (Sudden Oak Death) In Oregon Forests. *Phytopathology* 99(6): S61-S61.

Kasuga, T., M. Kozanitas, M. Bui, D. Huberli, D. M. Rizzo and M. Garbelotto (2012). Phenotypic Diversification Is Associated With Host-Induced Transposon Derepression

In The Sudden Oak Death Pathogen *Phytophthora Ramorum*. PLOS ONE 7(4): e34728-e34728.

Larcher, W. (2000). Temperature Stress And Survival Ability Of Mediterranean Sclerophyllous Plants. *Plant Biosystems* 134(3): 279-295.

Lee, S. H. W., S. Y., Nasr, Z., Zineddine, M., Khaldi, A., Rejeb, M. N. (2011). Can Net Photosynthesis And Water Relations Provide A Clue On The Forest Decline Of *Quercus Suber* In North Tunisia? *African Journal of Biotechnology* 10(9): 1637-1639.

Leiva, M. J. and R. Fernández-Alés (2005). Holm-Oak (*Quercus Ilex* Subsp. *Ballota*) Acorns Infestation By Insects In Mediterranean Dehesas And Shrublands. *Forest Ecology and Management* 212: 221-229.

Leiva, M. J., J. Manuel Mancilla-Leyton and A. Martin-Vicente (2013). Methods To Improve The Recruitment Of Holm-Oak Seedlings In Grazed Mediterranean Savanna-Like Ecosystems (Dehesas). *Annals of Forest Science* 70(1): Nov-20.

Lelu-Walter, M.-A., D. Thompson, L. Harvenget, L. Sanchez, M. Toribio and L. Pâques (2013). Somatic Embryogenesis In Forestry With A Focus On Europe: State-Of-The-Art, Benefits, Challenges And Future Direction. *Tree Genetics & Genomes* (9): 883-899.

Linaldeddu, B. T. S., C., Spano, D., Franceschini, A. (2009). Physiological Responses Of Cork Oak And Holm Oak To Infection By Fungal Pathogens Involved In Oak Decline. *Forest Pathology* 39(4): 232-238.

Linaldeddu, B. T. S., C., Spano, D., Franceschini, A. (2011). Variation of endophytic cork oak-associated fungal communities in relation to plant health and water stress. *Forest Pathology* 41(3): 193-201.

Luque, J. C., M., Save, R., Biel, C., Alvarez, I. F. (1999). Effects Of Three Fungal Pathogens On Water Relations, Chlorophyll Fluorescence And Growth Of *Quercus Suber* L. *Annals of Forest Science* 56(1): 19-26.

Luque, J., J. Parlade, J. Pera (2002). Seasonal Changes In Susceptibility Of *Quercus Suber* To *Botryosphaeria Stevensii* And *Phytophthora Cinnamomi* (In *Plant Pathology*, 51).

Marcais, B., M. Bergot, V. Perarnaud, A. Levy and M. L. Desprez-Loustau (2004). Prediction And Mapping Of The Impact Of Winter Temperature On The Development Of *Phytophthora Cinnamomi*-Induced Cankers On Red And Pedunculate Oak In France. *Phytopathology* 94(8): 826-831.

Maroco, J. P., E. Breia, T. Faria, J. S. Pereira and M. M. Chaves (2002). Effects Of Long-Term Exposure To Elevated CO<sub>2</sub> And N Fertilization On The Development Of Photosynthetic Capacity And Biomass Accumulation In *Quercus Suber* L. *Plant Cell and Environment* 25(1): 105-113.

McDowell, N., et al. (2008). Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought? *New Phytologist* 178(4): 719-739.

Merouani, H., F. Costa-E-Silva, T. Sampaio, M. J. Lourenço, C. Faria, J. S. Pereira and M. H. Almeida (2005). Efeito Da Idade E Da Fertilização Na Qualidade Das Plantas Do Sobreiro (*Quercus Suber* L.) Em Viveiro. Congresso Florestal Nacional: a floresta e as gentes - Actas das Comunicações.

Merouani, H., L. M. Apolinario, M. H. Almeida and J. S. Pereira (2003). Morphological And Physiological Maturation Of Acorns Of Cork Oak (*Quercus Suber* L.). *Seed Science and Technology* 31(1): 111-124.

Moreira, A. C., C. Medeira, I. Maia, V. Quartin, M. C. Matos and A. Cravador (2006). Studies On The Association Of The *Quercus Suber* Decline Disease With *Phytophthora Cinnamomi* In Portugal. *Bol. Inf. CIDEU* 1: 31-38.

Moreira, A. C., et al. (2006). Studies On The Association Of The *Quercus Suber* Decline Disease With *Phytophthora Cinnamomi* In Portugal. *Bol. Inf. CIDEU* 1: 31-38.

Moreno, G., J. J. Obrador and A. García (2007). Impact Of Evergreen Oaks On Soil Fertility And Crop Production In Intercropped Dehesas. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 119: 270-280.

Natividade, J. V. (1950). *Subericultura*.

Navarro Cerrillo, R. M., L. Gallo Ibañez, M. E. Sanchez Hernandez, P. Fernandez Rebollo and A. Trapero Casas (2008). Effect Of Phosphoric Fertilization On The Resistance Of Holm Oak And Cork Oak To *Phytophthora Cinnamomi* Rands. *Forest Systems*, Vol 13, No 3 (2004) 13: 550-558.

Nunes, A. A., Mh, Loreto, M, Patrício, Ms (2008). Resultados Preliminares Em Ensaio Genéticos De Sobreiro. Orientações Para A Realização De Cortes De Formação. Projecto Importância genética na sustentabilidade dos sistemas florestais e agro-florestais de sobreiro em Portugal (Nr 2005.09.002239.2 - Fundo Florestal Permanente). Lisboa, FPF - Federação dos Produtores Florestais de Portugal.

Pausas, J. G. (1997). Resprouting Of *Quercus Suber* In Ne Spain After Fire. *JOURNAL OF VEGETATION SCIENCE* 8(5): 703-706.

Pausas, J. G., E. Ribeiro, S. G. Dias, J. Pons and C. Beseler (2006). Regeneration Of A Marginal *Quercus Suber* Forest In The Eastern Iberian Peninsula. *JOURNAL OF VEGETATION SCIENCE* 17(6): 729-738.

Pereira, H. (2007). *Cork: Biology, Production And Uses*, Elsevier Science.

Pereira, J. S. M., J. A., Aires, L. M., Pita, G., Pio, C., David, J. S., Andrade, V., Banza, J., David, T. S., Paço, T. A., Rodrigues, A. (2007). Net Ecosystem Carbon Exchange In Three Contrasting Mediterranean Ecosystems - The Effect Of Drought. *BIOGEOSCIENCES* 4(5): 791-802.

Perez-Devesa, M., J. Cortina, A. Vilagrosa and R. Vallejo (2008). Shrubland Management To Promote *Quercus Suber* L. Establishment. *Forest Ecology and Management* 255(03-Apr): 374-382.

- Perez-Devesa, M., J. Cortina, A. Vilagrosa and R. Vallejo (2008). Shrubland Management To Promote *Quercus Suber* L. Establishment. *Forest Ecology and Management* 255(03-Apr): 374-382.
- PwC (2008). Evaluation of the environmental impacts of Cork Stoppers versus Aluminium and Plastic Closures. Analysis of the life cycle of Cork, Aluminium and Plastic Wine Closures. Report prepared for CORTICEIRA AMORIM, SGPS, SA. Prepared by PricewaterhouseCoopers/ECOBILAN October 2008
- Plieninger, T. (2007). Compatibility Of Livestock Grazing With Stand Regeneration In Mediterranean Holm Oak Parklands. *Journal for Nature Conservation* 15(1): 41518.
- Pons, J. P., J. G. (2012). The Coexistence Of Acorns With Different Maturation Patterns Explains Acorn Production Variability In Cork Oak. *Oecologia* 169(3): 723-731.
- Pulido, F. J., M. Diaz and S. J. H. De Trucios (2001). Size Structure And Regeneration Of Spanish Holm Oak *Quercus Ilex* Forests And Dehesas: Effects Of Agroforestry Use On Their Long-Term Sustainability. *Forest Ecology and Management* 146: 41275.
- Ramos, A. M., R. M. Trigo and F. E. Santo (2011). Evolution Of Extreme Temperatures Over Portugal: Recent Changes And Future Scenarios. *Climate Research* 48(2-3): 177-192.
- Pardos, M., A. Royo and J. A. Pardos (2005). Growth, Nutrient, Water Relations, And Gas Exchange In A Holm Oak Plantation In Response To Irrigation And Fertilization. *NEW FORESTS* 30(1): 75-94.
- Ribeiro, N. A. and P. Surový (2008). Inventário nacional de mortalidade de sobreiro na fotografia aérea digital de 2004/2006.
- Rizzo, D. M. and M. Garbelotto (2003). Sudden Oak Death: Endangering California And Oregon Forest Ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1(4): 197-204.
- Robin, C., M. L. Desprez-Loustau, G. Capron and C. Delatour (1998). First Record Of *Phytophthora Cinnamomi* On Cork And Holm Oaks In France And Evidence Of Pathogenicity. *Annales Des Sciences Forestieres* 55(8): 869-883.
- Rodriguez-Molina, M. C. B.-S., A., Palo-Nunez, E. J., Torres-Vila, L. M., Torres-Alvarez, E., Suarez-de-la-Camara, M. A. (2005). Seasonal and spatial mortality patterns of holm oak seedlings in a reforested soil infected with *Phytophthora cinnamomi*. *Forest Pathology* 35(6): 411-422.
- Rodriguez-Molina, M. C., L. M. Torres-Vila, A. Blanco-Santos, E. J. P. Nunez and E. Torres-Alvarez (2002). Viability Of Holm And Cork Oak Seedlings From Acorns Sown In Soils Naturally Infected With *Phytophthora Cinnamomi*. *Forest Pathology* 32(6): 365-372.
- Rolo, V., T. Plieninger and G. Moreno (2013). Facilitation Of Holm Oak Recruitment Through Two Contrasted Shrubs Species In Mediterranean Grazed Woodlands. *JOURNAL OF VEGETATION SCIENCE* 24(2): 344-355.

- Romano, A. and M. Martins-Loucao (1992). Micropropagation Of Mature Cork-Oak (*Quercus Suber* L.): Establishment Problems. *SCIENTIA gerundensis* 18: 17-27.
- Sanchez, M. E. C., P., Ferraz, J., Trapero, A. (2002). Phytophthora Disease Of *Quercus Ilex* In South-Western Spain. *Forest Pathology* 32(1): May-18.
- Sanchez, M. E., S. Andicoberry and A. Trapero (2005). Pathogenicity Of Three *Phytophthora* Spp. Causing Late Seedling Rot Of *Quercus Ilex* Ssp *Ballota*. *Forest Pathology* 35(2): 115-125.
- Sanchez-Humanes, B. and J. Maria Espelta (2011). Increased Drought Reduces Acorn Production In *Quercus Ilex* Coppices: Thinning Mitigates This Effect But Only In The Short Term. *Forestry* 84(1): 73-82.
- Sebastiana, M., V. T. Pereira, A. Alcântara, M. S. Pais and A. B. Silva (2013). Ectomycorrhizal Inoculation With *Pisolithus Tinctorius* Increases The Performance Of *Quercus Suber* L. (Cork Oak) Nursery And Field Seedlings. *NEW FORESTS* 44: 937-949.
- Sechi, C. R., P. A., Franceschini, A., Corda, P. (2005). A Monitoring Network Of Cork Oak Decline In Sardinia, Italy To Establish Control Strategies. ?: 405-411.
- Serrano, M. S., P. Fernandez-Rebollo, P. De Vita, M. Dolores Carbonero, A. Trapero and M. Esperanza Sanchez (2010). *Lupinus Luteus*, A New Host Of *Phytophthora Cinnamomi* In Spanish Oak-Rangeland Ecosystems. *European Journal of Plant Pathology* 128(2): 149-152.
- Shearer, B. L., C. E. Crane and A. Cochrane (2004). Quantification Of The Susceptibility Of The Native Flora Of The South-West Botanical Province, Western Australia, To *Phytophthora Cinnamomi*. *Australian Journal of Botany* 52 (4).
- Smit, C., J. Den Ouden and M. Diaz (2008). Facilitation Of *Quercus Ilex* Recruitment By Shrubs In Mediterranean Open Woodlands. *JOURNAL OF VEGETATION SCIENCE* 19(2): 193-200.
- Solla, A., L. Garcia, A. Perez, A. Cordero, E. Cubera and G. Moreno (2009). Evaluating Potassium Phosphonate Injections For The Control Of *Quercus Ilex* Decline In Sw Spain: Implications Of Low Soil Contamination By *Phytophthora Cinnamomi* And Low Soil Water Content On The Effectiveness Of Treatments. *Phytoparasitica* 37(4): 303-316.
- Sousa, P. M., R. M. Trigo, P. Aizpurua, R. Nieto, L. Gimeno and R. Garcia-Herrera (2011). Trends And Extremes Of Drought Indices Throughout The 20th Century In The Mediterranean. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 11(1): 33-51.
- Trubata, R., J. Cortina and A. Vilagrosa (2008). Short-Term Nitrogen Deprivation Increases Field Performance In Nursery Seedlings Of Mediterranean Woody Species. *JOURNAL OF ARID ENVIRONMENTS* 72(6): 879-890.
- Trubata, R., J. Cortina and A. Vilagrosa (2010). Nursery Fertilization Affects Seedling Traits But Not Field Performance In *Quercus Suber* L. *JOURNAL OF ARID ENVIRONMENTS* 74(4): 491-497.

Tuset, J. H., C., Mira, J.L., Cobos, J.M. (1997). Sintomas de estres hidrico y DE SECA EN ENCINAS (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) INOCULADAS CON *Phytophthora cinnamomi* EN UNA DEHESA DEL CENTRO DE ESPAÑA. II Congreso Forestal Español: 473-478.

Uva, J. S. (2001). Inventario Florestal Nacional Portugal Continental. 3ª Revisao, 1995-1998. Relatorio Final.

Varejao, E. V. V., A. J. Demuner, L. C. A. Barbosa and R. W. Barreto (2013). The Search For New Natural Herbicides - Strategic Approaches For Discovering Fungal Phytotoxins. *Crop Protection* 48: 41-50.

Vessella, F., A. Parlante, A. Schirone, G. Sandoletti, R. Bellarosa, G. Piovesan, L. Santi and B. Schirone (2010). Irrigation Regime As A Key Factor To Improve Growth Performance Of *Quercus Suber* L. *Scandinavian Journal of Forest Research* 25: 68-74.

Vieitez, A. M., E. Corredoira, M. T. Martinez, M. C. San-Jose, C. Sanchez, S. Valladares, N. Vidal and A. Ballester (2012). Application Of Biotechnological Tools To *Quercus* Improvement. *European Journal of Forest Research* 131(3): 519-539.

**FILCORK – Associação Interprofissional da Fileira da Cortiça**  
Observatório do Sobreiro e da Cortiça - Zona Industrial do  
Monte da Barca, Lote 41 - 2100-051 CORUCHE  
[www.filcork.pt](http://www.filcork.pt)