



Ministério da
Agricultura,
do Desenvolvimento
Rural e das Pescas



DGRF
Direção-Geral dos Recursos Florestais



Instituto Superior de Agronomia
Universidade Técnica de Lisboa



**CENTRO
ECOLOGIA
APLICADA**
"Prof. Baeta Neves"

A VITALIDADE DOS POVOAMENTOS DE SOBREIRO E AZINHEIRA

**RELATÓRIO SÍNTESE DA CONFERÊNCIA DE ÉVORA
25 A 27 DE OUTUBRO 2006**

LISBOA, JANEIRO DE 2007

ÍNDICE:

I. Oradores convidados	4
1. Introdução	5
2. Situação actual dos povoamentos de sobreiro e azinheira	6
2.1. Europa	6
2.1.1. Portugal (M. Tomé)	6
2.1.2. Espanha (G. Sanchez e P. Garcia)	9
2.1.3. França (R. Piazzeta)	11
2.1.4. Itália (P. Ruiu)	12
2.2. Norte de África	14
2.2.1. Marrocos (F. Assali e K. Falca)	14
2.2.2. Tunísia (A. Habib)	15
2.2.3. Argélia (Y. Sid Ahmed)	16
2.3. Oportunidades para conservação (N. Berrahmouni)	16
2.4. Síntese	17
3. Causas de mortalidade	18
3.1. Maneio e degradação do solo (A. Vacca)	18
3.2. Maneio, pragas e doenças (M. Jamâa)	19
3.3. Maneio, seca e pragas (R. Bouhraoua)	19
3.4. Doenças: Ferramentas para diagnóstico (T. Oszako e L. Belbahri)	20
3.5. Fungos endofíticos (A. Franceschini)	21
3.6. Alterações climáticas (R. Navarro, Á. Fernandez-Cancio, Ó. Herranz)	22

3.7. Respostas ao fogo (F. Moreira, V. Acácio e F. Catry)	22
3.8. O papel da água no declínio (J. Santos Pereira)	24
3.9. Modelação de declínio nos Estados Unidos da América (S. Oak)	25
3.10. O declínio e o balanço de carbono (C. Gracia)	26
4. Direcções futuras	29
5. Conclusões	30

I. Oradores convidados

Margarida Tomé, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal.

Gerardo Sanchez, Ministério do Ambiente, Espanha.

Paloma Garcia, Ministério do Ambiente, Espanha.

Renaud Piazzeta, Instituto Mediterrânico da Cortiça, França.

Pinu Ruiu, Estação Experimental para Investigação em Sobreiro, Itália.

Nora Berrahmouni, Fundo Mundial para a Natureza, Programa Mediterrâneo.

Fouad Assali, Serviços de Protecção Florestal, Marrocos.

Khalid Falca, Serviços e Protecção Florestal, Marrocos.

Abid Habib, Serviços Florestais, Tunísia.

Yessad Sid Ahmed, Perito em Ecossistemas Mediterrânicos, Argélia.

Andrea Vacca, Universidade de Cagliari, Itália.

Mohamed Jamâa, Instituto de Investigação em Floresta e Agricultura, Tunísia.

Rachid Bouhraoua, Universidade de Tlemcen, Argélia.

Thomas Oszako, Instituto de Investigação Florestal, Polónia.

Lassaad Belbahri, Instituto de Investigação Florestal, Polónia.

Antonio Franceschini, Universidade de Sassari, Itália.

Rafael Navarro, Universidade de Córdoba, Espanha.

Ángel Fernandez-Cancio, Universidade de Córdoba, Espanha.

Óscar Herranz, Universidade de Córdoba, Espanha.

Francisco Moreira, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal.

Vanda Acácio, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal.

Filipe Catry, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal.

João Santos Pereira, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal.

Steve Oak, Departamento de Agricultura, Estados Unidos da América.

Carlos Gracia, Universidade de Barcelona, Espanha.

1. Introdução

Os bosques de sobreiro (*Quercus suber*) e azinheira (*Q. rotundifolia* and *Q. ilex*) ou os sistemas silvo pastoris derivados (*montados* em Portugal, *dehesas* em Espanha, *pascolo arbolato* em Itália) são sistemas com elevado valor socio-económico e ambiental. Estes sistemas ocorrem na Península Ibérica, Sul de França, Sardenha, Argélia, Marrocos e Tunísia. Para além de fonte de rendimento e subsistência (Ex: cortiça, lenha, pasto) suportam uma grande variedade de espécies, algumas delas em risco crítico de extinção (Ex:: o Lince-ibérico *Lynx pardina*, Águia-imperial *Aquila adalberti*, Veado-berbere *Cervus elaphus barberi*).

Recentemente têm sido observadas vastas áreas de mortalidade e declínio pondo em causa a sustentabilidade daqueles sistemas. O declínio não se restringe às áreas de sobreiro e azinheira mas tem vindo a afectar outras espécies do género *Quercus* spp., em zonas tão díspares como os Estados unidos da América ou a Polónia. O fenómeno do declínio do género *Quercus* spp. é pois de natureza global e extravasa a área da Bacia Mediterrânica.

A conferência de Évora pretendeu reunir técnicos e investigadores com o objectivo de clarificar o estado actual do conhecimento relativamente às questões da mortalidade do sobreiro e azinheira e simultaneamente contribuir com medidas para a mitigação do problema. Foram convidados oradores de países do Norte e do Sul do Mediterrâneo e, em particular, representantes de instituições ligadas à investigação do sobreiro e azinheira (Institut Mediterranéene du Liège, em França, Stazione Sperimentale del Sughero, em Itália e Instituto del Corcho, Madera y Carbon Vegetal, em Espanha) ou de países onde esteja ocorrer declínio de Quercíneas.

Este relatório sintetiza as comunicações e ideias que foram apresentadas durante a conferência, encontrando-se dividido em duas secções: uma primeira secção em que se caracterizam as áreas de distribuição e condição fitossanitária das árvores e uma segunda secção onde se abordam as causas da mortalidade e se sugerem medidas de mitigação do declínio.

2. Estado actual dos povoamentos de sobreiro e azinheira

A problemática do declínio do sobreiro e azinheira é enquadrada por realidades diferentes nos países do Norte (Portugal, Espanha, França, Itália) e do Sul da Bacia Mediterrânica (Marrocos, Argélia e Tunísia). Com efeito, na parte Norte da Bacia Mediterrânica os povoamentos encontram-se em propriedade privada, têm sido fortemente influenciados pela Política Agrícola Comum da União Europeia, sendo comum o problema do abandono rural, a expansão de matagais combustíveis e aumento de risco de incêndio. Na parte Sul da Bacia Mediterrânica os povoamentos encontram-se em propriedade pública, estão frequentemente sujeitos a sobre-exploração de recursos (Ex: lenha, pasto, bolotas) pelas populações locais que habitam esses povoamentos, sendo este o principal factor que afecta a sustentabilidade do sistema.

2.1. Europa

2.1.1. Portugal

Foram utilizadas três bases de dados (Inventário Florestal Nacional, ICP e dados provenientes de um projecto INTERREG, financiado pela União Europeia) para caracterizar a situação actual dos povoamentos de sobreiro e azinheira. Utilizou-se informação relativa a fotografia aérea e a dados de validação de campo. Esta informação consistiu em: 1) área coberta por montado de sobreiro e azinho; 2) níveis de desfolhamento individual de sobreiros e azinheiras; 3) níveis de desfolhamento medidos à escala da parcela; 4) proporção de árvores mortas na parcela e 5) número de árvores por hectare.

Relativamente à área de distribuição, os dados sugerem um aumento da área de montado (sobreiro e azinho) de 800.000ha em 1902 para 1.200.000ha em 1956 seguindo-se um período de estabilidade da área ocupada até às datas actuais. Não foram observados padrões de expansão ou regressão das áreas de montado analisando os dados de fotografia aérea disponíveis (Figura 1).

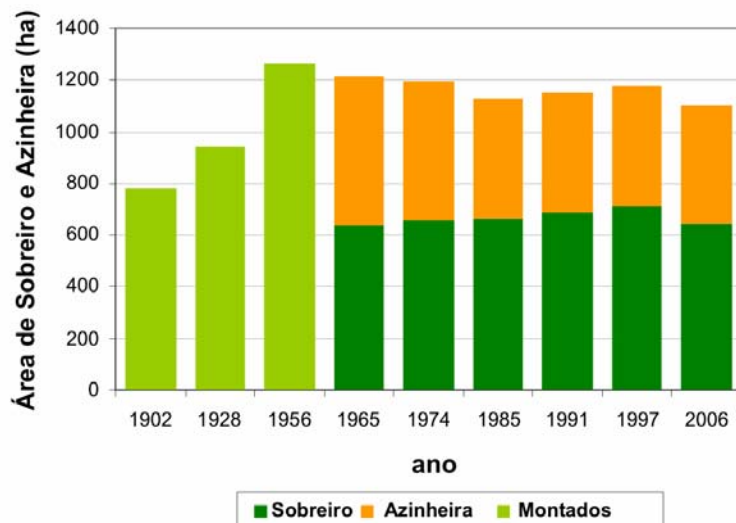


Figura 1. Área ($\times 10^3$ ha) coberta por sobreiro e azinheira em Portugal entre 1902 e 2006. As três primeiras classes estão agregadas como áreas de montado de sobreiro e azinho.

Para além da distribuição de área de ocorrência, cujos valores se revelaram relativamente estáveis entre 1956 e 2006, é importante a informação sobre a condição fitossanitária dos povoamentos, neste caso avaliada através de índices de desfolhamento ao nível da árvore individual segundo a classificação seguinte: “Mau” (mais de 60% da copa afectada), “Médio” (26% a 59% da copa afectada), “Bom” (11% a 25%) e “Excelente” (0% a 10%). Estes dados foram obtidos a partir de duas fontes: Inventário Florestal Nacional e de um projecto INTERREG da União Europeia. Embora não completamente consistentes, ambas as fontes conduziram à classificação da maioria das árvores como estando em condição “excelente” ou “boa”, comparativamente a árvores em “média” ou “má” condição (Figura 2). Obtiveram-se os mesmos resultados gerais a partir de dados de outro projecto (ICP).

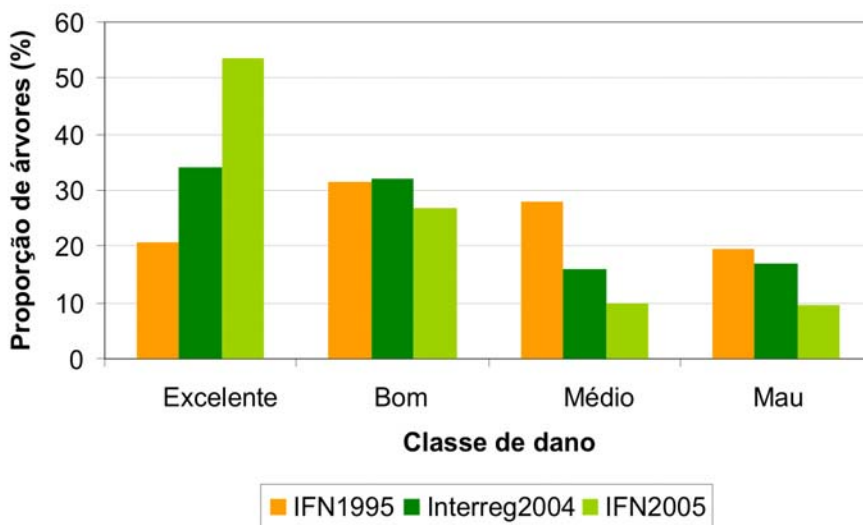


Figura 2. Proporção de árvores classificada segundo níveis de desfolhamento usando dados do Inventário Florestal Nacional (IFN) de 1995 e 2005 e de um projecto INTERREG (2004).

Para avaliação fitossanitária ao nível da parcela consideraram-se dois critérios distintos. Um primeiro critério classificou as parcelas como estando em “Bom” estado se menos de 50% das árvores tivessem níveis de desfolhamento acima dos 60%; “Médio” se 25% a 50% das árvores tivesse níveis de desfolhamento acima dos 60%; e “Mau” se mais de 50% das árvores tivesse níveis de desfolhamento acima dos 60%. De acordo com este critério as parcelas em “mau” estado aumentaram consistentemente entre 1995 e 2005, atingindo 90% das parcelas em 2005.

Um segundo critério considerou como “Excelentes” as parcelas em que mais de 50% das árvores tinham níveis de desfolhamento abaixo dos 10%; “Médio” se 25% a 50% das árvores tivessem níveis de desfolhamento abaixo dos 10% e “Mau” se menos de 25% das árvores tivessem níveis de desfolhamento abaixo dos 10%. Utilizando dados do Inventário Florestal Nacional para 1995, aproximadamente 15%, 20% e 65% das parcelas foram classificadas como estando, respectivamente, em estado “Excelente”, “Médio” e “Mau”. Em 2005, aproximadamente 60%, 20% e 18% das parcelas foram classificadas como estando, respectivamente, em estado “Excelente”, “Médio” e “Mau”.

Tal como esperado, critérios diferentes originaram resultados diferentes. Por exemplo, o primeiro critério sugere que uma proporção elevada de parcelas (60%) estaria em condição “Excelente” enquanto o segundo critério classifica como estando em “Bom

estado” apenas 20% das parcelas. Estes resultados salientam a necessidade de aplicar protocolos e procedimentos “normalizados” para monitorização fitossanitária dos povoamentos.

Utilizando os dados do Inventário Florestal Nacional relativo ao número de árvores mortas, verificou-se que em 2005 a mortalidade foi superior a 25% apenas em 5% das parcelas e abaixo dos 10% em 10% das parcelas. Os dados do Inventário Florestal Nacional revelaram ainda que, entre 1995 e 2005, o número de árvores por hectare na maioria dos povoamentos variava entre os 40 a 80 sendo estes valores variáveis entre anos. Por exemplo, 20 % das parcelas foram classificadas na classe 0 a 40 árvores/ha em 1995, mas em 2005 a mesma classe de densidade aumentou para 30%. Os resultados sugerem que o número de árvores por ha diminuiu entre 1995 e 2005.

É fundamental a implementação de esquemas de monitorização que permitam a comparação efectiva de dados relativos à distribuição e condição fitossanitária de sobreiros e azinheiras. Os dados analisados sugerem que embora a área de distribuição do sobreiro e azinheira em Portugal pareça não ter sofrido decréscimo apreciável nos últimos quarenta anos, existe um elevado número de parcelas classificadas como estando em mau estado fitossanitário tendo ainda havido redução no nº de árvores por ha.

2.1.2. Espanha

Os dados do Inventário Florestal em Espanha indicam que a área de ocupação da azinheira é de $4,8 \times 10^6$ ha, distribuindo-se desde a região Norte, de clima temperado, até à região Sudeste, de clima árido. O sobreiro ocupa $0,5 \times 10^6$ ha, em particular nas regiões da Extremadura, Andaluzia e Catalunha.

Há evidência de declínio de azinheira e sobreiro em Espanha com sintomas que variam entre 1) sinais progressivos de desfolhamento com morte parcial ou total dos ramos; 2) morte das árvores num curto período de tempo (“morte súbita”), depois de aparecimento de coloração avermelhada nas folhas e 3) sobrevivência das árvores durante um período longo mas em má condição fitossanitária. A mortalidade tem tendência a ocorrer em bolsas e zonas muito localizadas não evidenciando padrões geográficos claros.

Factores, quer bióticos quer abióticos, podem estar a interagir e a contribuir para o declínio. Insectos desfolhadores (Ex: *Lymantria dispar*, *Tortix viridiana*), perfuradores (Ex: *Dryomia lichensteini*, *Kermes* spp.) ou espécies que atacam o tronco (Ex: *Cerambyx* spp. *Platypus cilindrus*) surgem frequentemente associados a áreas de declínio, assim como doenças como a *Phytophthora cinnamomi* ou *Armillaria* spp.. Factores climáticos, nomeadamente aumento da frequência de anos de seca, técnicas de manejo e silvícolas inadequadas e abandono rural, poderão contribuir para a susceptibilidade das árvores a pragas e doenças provocando aumento da mortalidade. Não foram encontradas relações claras entre mortalidade das árvores e tipos de solo, topografia ou condições micro-climáticas. Verificou-se, no entanto, uma elevada sincronia temporal na mortalidade das árvores, principalmente após anos de seca (nomeadamente nos anos 1990, 1992, 1994, 2004 e 2005).

Em 1987 foram implementados 181 parcelas de monitorização para o azinho (total de 3200 árvores) e 34 parcelas para o sobreiro (397 árvores) inventariadas todos os anos, durante o Verão. Os resultados da monitorização mostraram níveis de desfolhamento elevado em 1995, com 70% de sobreiros e 30% de azinheiras com níveis severos de desfolhamento. A mortalidade tem sido superior na azinheira (comparativamente ao sobreiro) ocorrendo principalmente em povoamentos adultos e homogéneos. As árvores novas têm sido afectadas por “morte súbita”, nomeadamente no Outono e em particular após estações de Primavera com precipitação elevada e de Verão muito seco. Pelo contrário, as árvores adultas sofrem decadência progressiva, principalmente em zonas de baixa e de acumulação de água onde esporos de *P. cinnamomi* foram identificados em quantidades elevadas em amostras de solo.

A mitigação do declínio inclui a adopção de medidas de manejo adequadas, incluindo as relacionadas com o pastoreio (Ex: pastoreio rotacional, restrição de pastoreio no final do Verão e início de Outono); a extracção de cortiça (Ex: evitar a extracção em anos de seca ou de elevada incidência de pragas); a limpeza de matos (Ex: não gradar em declives superiores a 20% ou debaixo de copas para que não haja destruição de regeneração, e utilização preferencial de maquinaria leve ou manual); a poda (Ex: se possível não exceder 1/3 do volume de copa, evitar afectar ramos principais e utilizar ferramentas de poda devidamente desinfectadas). No caso de doenças das raízes é

aconselhável a extracção da raiz e a queima de árvores mortas no local para evitar a propagação da doença.

O IPROCOR – um instituto de investigação aplicada e direccionada para o sobreiro e azinheira – é a principal entidade a fazer extensão relativamente a boas práticas de manejo das “dehesas”. Este instituto identificou outros factores relacionados com o declínio da azinheira e sobreiro em Espanha, nomeadamente a necessidade de rejuvenescimento dos povoamentos e o desenvolvimento de clones resistentes à *Phytophthora cinnamomi*, um tópico de investigação prioritário em Espanha. Ao nível das políticas (Ex: incentivos ao bom manejo) existe também oportunidade para actuação já que nem o abandono nem a sobre-utilização são compatíveis com a conservação das áreas de sobreiro e azinheira em Espanha.

2.1.3. França

O sobreiro ocupa em França uma área de, aproximadamente, 90×10^3 ha dos quais 40×10^3 ha são explorados para cortiça. A área de distribuição compreende as regiões de Aquitaine no Sudoeste de França, os Pirinéus Orientais a Sul, a região de Var na parte Sudeste e ainda a maior parte da costa Este (e parcialmente Oeste) da Córsega. Os povoamentos caracterizam-se por densidades de árvores relativamente elevadas (aproximadamente 100 árvores/ha).

A silvopastorícia foi, até aos anos 60, o uso do solo dominante nas áreas de distribuição do sobreiro. Desde então uma forte tendência para o abandono dos povoamentos originou desenvolvimento da vegetação do tipo *maquis* em que outras espécies de *Quercus* spp. (Ex: *Q. ilex*, *Q. pubescens*) têm vindo a dominar o sobreiro. Por outro lado, com a acumulação de vegetação combustível aumentou o risco de incêndio (Ex: 34% dos povoamentos produtivos de sobreiro arderam entre 1974 e 2004), sendo este o factor mais importante de declínio das áreas de sobreiro em França. Diferentes pragas (Ex: *Platypus cylindrus*, *Lymantria dispar*, *Bicogniauxia mediterranea*, *Diplodia mutil* ou *Coroebus undatus*) e doenças têm também sido identificadas nas áreas de declínio.

A extracção de cortiça ocorre em diversos povoamentos, embora frequentemente seja conduzida de modo inadequado devido à ausência de regulamentação apropriada. Nas áreas em que a cortiça é de qualidade, a tendência é para a sobre-exploração dos

povoamentos mas, em contrapartida, o abandono rural ocorre nas áreas de pior qualidade de cortiça. Os povoamentos de sobreiro geram também outros produtos não lenhosos, nomeadamente caça, cogumelos, ervas aromáticas sendo também utilizados para actividades de recreio.

Relativamente à azinheira esta é sobretudo explorada em talhadia, em rotações de quarenta anos. Desde 1993 que as áreas de distribuição de azinheira se têm vindo a reduzir. As principais pragas que afectam os povoamentos de azinheira são, por exemplo, o *Coroebus bifasciatus* ou a *Lymantria dispar*. Embora o *Q.pubescens* esteja a dominar a azinheira em várias regiões esta tem-se expandido nas regiões do Oeste e Sudoeste de França, de maiores condições de aridez, regiões às quais a azinheira está bem adaptada.

Para reverter o declínio dos povoamentos de sobreiro e azinheira é importante a extensão e divulgação de técnicas de manejo adequadas (Ex: queima de árvores mortas, utilização de ferramentas de poda desinfectadas). No caso do sobreiro, em particular, encontram-se actualmente em curso projectos que envolvem parcerias entre os Serviços Florestais, Institutos de Investigação, Associações de Proprietários e Associações de Produtores Florestais cujo objectivo geral é reverter o declínio dos povoamentos de sobreiro e azinheira em França.

2.1.4. Itália

Em Itália o sobreiro ocupa cerca de 152×10^3 ha que se distribuem pela Toscana (12×10^3 ha), Lazio ($1,1 \times 10^3$ ha), Calabria ($2,3 \times 10^3$ ha), Sicília ($16,5 \times 10^3$ ha) e Sardenha (120×10^3 ha). Mais de 80% da produção de cortiça (15×10^3 ton) está concentrada na Sardenha.

Os povoamentos de sobreiro em Itália são fundamentalmente de 3 tipos: 1) para produção de cortiça, 2) para produção animal e 3) de conservação. Os povoamentos utilizados para produção de cortiça podem ser puros ou mistos, normalmente equiênios, com níveis de regeneração adequada, por vezes pastoreados a cargas animais muito baixas, raramente apresentando problemas de declínio. Nos povoamentos orientados para a produção animal o pastoreio com ovinos é a actividade dominante. Nestes casos a cortiça é considerada um produto secundário, os povoamentos são tendencialmente

equiênios, com baixa densidade de árvores e em que as actividades de manejo consistem principalmente na limpeza de matos e instalação de pastagem. Estes povoamentos têm frequentemente regeneração baixa e evidenciam problemas de declínio. Existem ainda povoamentos não explorados e orientados para conservação. Nestes casos o coberto arbustivo encontra-se bastante desenvolvido ocorrendo baixa regeneração de sobreiro, possivelmente devido à competição das jovens árvores com o estrato arbustivo. Alguns destes povoamentos apresentam problemas de declínio.

Em Itália o problema do declínio do sobreiro é reconhecido pelo menos desde os anos 90. Os principais sintomas incluem o aparecimento de zonas secas na copa, a morte de ramos e, por vezes, do tronco principal. Níveis elevados de desfolhamento de copa e baixa regeneração encontram-se normalmente associados a áreas de declínio. Estas áreas são normalmente bem delimitadas e localizadas.

Práticas inadequadas de gestão, pragas e doenças, incêndios, por vezes ampliados por eventos climáticos (Ex: anos secos), são alguns dos factores responsáveis pelo declínio. Em povoamentos orientados para a extracção de cortiça, as técnicas silvícolas não têm dado relevância suficiente às questões da regeneração e limpeza de matos. A acumulação de vegetação combustível é responsável pelo aumento do risco de incêndio em vários povoamentos. Por exemplo, na Sardenha arderam mais de 50×10^3 ha de povoamentos de sobreiro entre 1998 e 2005. Técnicas inadequadas de extracção de cortiça têm levado ao enfraquecimento e mortalidade de muitas árvores. Os povoamentos direccionados para a produção animal têm, por seu lado, problemas de sobrepastoreio, pisoteio, gradagens profundas e limpeza de matos excessiva que induzem mortalidade quer de árvores adultas quer de árvores jovens. De facto o sistema denominado de “pascolo arbolato” (pastagem com árvores) é considerado por alguns autores como uma fase de degradação dos povoamentos de sobreiro.

Pragas como a *Lymantria dispar*, *Malacosoma neustria*, *Platypus cylindrus*, *Tortix viridiana*, *Coroebus* spp. encontram-se frequentemente associadas a áreas de declínio. Anos de seca, por outro lado, podem acentuar os efeitos negativos de técnicas de manejo inadequadas assim como de pragas e doenças.

Uma rede de monitorização, com 43 parcelas, foi estabelecida em 2002 na Sardenha com o objectivo de quantificar o fenómeno do declínio, identificar as causas da mortalidade e contribuir para a mitigação do problema. O desenvolvimento e implementação de esquemas de certificação (o reconhecimento formal de boas práticas de gestão) dos povoamentos de sobreiro, está actualmente em curso em Itália através da iniciativa conjunta do Forest Stewardship Council (FSC) e World Wide Fund for Nature (WWF) e da Stazione Experimentale del Sughero. Esta iniciativa pode contribuir de modo significativo para a implementação de boas práticas de gestão em povoamentos de sobreiro e como tal contribuir para a mitigação do declínio em Itália.

2.2. Norte de África

2.2.1. Marrocos

Em Marrocos, o sobreiro ocupa aproximadamente 350×10^3 ha distribuindo-se pelas regiões de Maâmora, Planalto Central e Rif. O problema do declínio dos povoamentos de sobreiro é reconhecido. Por exemplo, na floresta de Maâmora a área ocupada pelo sobreiro diminuiu de 133×10^3 ha para 60×10^3 ha entre 1955 e 2000, ou seja o equivalente a uma taxa de declínio de, aproximadamente, 1600ha/ano. O principal factor de declínio relaciona-se com a sobre-exploração dos recursos florestais pelas populações (Ex: lenha para aquecimento e cozinha, sobrepastoreio, apanha de bolotas) que, associada a fenómenos de seca, pragas e doenças agrava o fenómeno do declínio.

As pragas que ocorrem em áreas degradadas incluem insectos desfolhadores (Ex: *Lymantria dispar*), perfuradores (Ex: *Platypus cylindrus* e *Cerambyx cerdo*) e espécies que afectam as raízes de árvores jovens (Ex: *Phyllognathus excavatus*, *Sphodroxia maroccana*). Quanto a doenças, fungos que afectam a qualidade da cortiça (Ex: *Hypoxylon mediterraneum*), ramos das árvores (Ex: *Diplodia mutila*, *Stuartella formosa*, *Dothiorella spp.*, *Coryneum spp.*, *Cytospora spp*) ou as raízes, (Ex: *Armillaria mellea*) têm sido identificados em áreas com povoamentos degradados.

Os Serviços Florestais e de Protecção de Culturas de Marrocos desenvolveram um plano de luta contra as pragas e doenças dos povoamentos de sobreiro. Estes programas

incluem luta química (Ex: *Diflubenzurão*) e biológica (Ex: *Bacillus thuringiensis*) que têm tido algum sucesso na recuperação de áreas degradadas.

A azinheira ocupa aproximadamente 1400×10^3 ha nas regiões do Rif, montanhas de Leste, no Médio- Grande- e Anti-Atlas assim como no Atlas Sahariano. Marrocos perdeu aproximadamente 15.800 ha de azinho entre 2000 e 2005. As principais causas de mortalidade de azinho estão relacionadas com o aumento da frequência de períodos de seca que têm tornado as árvores mais susceptíveis a pragas de desfolhadores (Ex: *Tortix viridiana*, *Malocosoma neustria*, *Catocalla spp.*) identificados na maioria dos povoamentos de azinheira.

2.2.2. Tunísia

Na Tunísia, $1,2 \times 10^6$ ha encontram-se ocupados por povoamentos florestais dos quais 13% são de sobreiro, o principal recurso florestal do país. O sobreiro ocorre quer em povoamentos puros quer mistos (Ex: com *Pinus pinea*, *P.pinaster*, *P.halepensis*, *Eucalyptus spp* e outras espécies do género *Quercus spp.*). Cerca de 80×10^3 ha de povoamentos de sobreiro são considerados como degradados.

O principal factor de degradação relaciona-se com a sobre-exploração de recursos pelas populações locais. Estas habitam a floresta com densidades médias que atingem os 100 habitantes/km². Muitos destes povoamentos são explorados para a extracção de cortiça e têm, desde 1965, planos de exploração implementados pelas autoridades locais. Para além dos povoamentos direccionados para a produção de cortiça, existem ainda bosques de sobre orientados para a conservação, como por exemplo nas montanhas de Kroumirie, uma região dominada pelo sobreiro e onde ocorre o Veado Berbere (*Cervus elaphus barbarus*) uma subespécie em risco crítico de extinção.

Actualmente decorrem na Tunísia diversos projectos que envolvem instituições como os Serviços Florestais da Tunísia e organizações não governamentais, quer nacionais quer internacionais, que abordam aspectos relacionados com a gestão (Ex: técnicas silvícolas, pastoreio, regeneração) e socio-económico dos sistemas. A “Estratégia Nacional para as Florestas”, elaborada pelo governo Tunisino, inclui uma secção dedicada exclusivamente ao sobreiro.

Os povoamentos de azinheira têm principalmente objectivos de conservação e normalmente não são considerados nos planos de gestão florestal.

2.2.3. Argélia

Na Argélia os povoamentos de sobreiro ocupam cerca de 150×10^3 ha comparativamente a 440×10^3 ha nos anos 30. Durante este período de tempo a produção de cortiça decresceu das 40×10^3 toneladas para as 9×10^3 toneladas.

O principal factor de degradação dos povoamentos de sobreiro na Argélia é a sobre-exploração de recursos pelas populações locais e ainda as más práticas de gestão. Os incêndios são também um factor relevante e têm frequentemente origem em queimadas para aproveitamento de pastagens. Mais de 3×10^6 ha de coberto florestal ardeu nos últimos 100 anos na Argélia (aproximadamente 36×10^3 ha, em média, por ano).

O Plano Nacional para a Floresta, aprovado em 1999, sugere a florestação de 1250×10^6 ha dos quais 100×10^3 ha com sobreiro.

A criação de uma rede técnico-científica para o sobreiro, composta por países do Norte de África, seria potencialmente interessante para a promoção de técnicas de gestão adequadas e sustentabilidade dos povoamentos de sobreiro nomeadamente se trouxerem benefícios reais às populações locais que coexistem com o sobreiro nessas mesmas áreas.

2.3. Oportunidades para Conservação

O pagamento de serviços ambientais (protecção do solo, biodiversidade, regulação do ciclo hidrológico) é um mecanismo potencialmente capaz de contribuir para a mitigação do declínio das áreas de sobreiro e azinheira, desde que devidamente implementado. A manutenção de áreas de sobreiro ou azinho em boas condições de gestão poderá ser favorecida a partir do pressuposto que o reconhecimento e pagamento de serviços ambientais prestados sejam suficientemente compensatórios para proprietários e gestores. Por outro lado é importante considerar as questões relativas à *gestão adequada dos povoamentos* (formação de gestores e proprietários, implementação de planos de gestão a longo prazo, monitorização sistemática de actividades), às *políticas* (relevância

das áreas de sobreiro e azinho nas políticas de desenvolvimento rural, aspectos socio-económicos dos povoamentos de sobreiro e azinho) e aos *mercados* (antecipação da competição de produtos substitutos da cortiça, existência de produtos não lenhosos com mercado informal ou incipiente, ocorrência de benefícios não imediatamente avaliados pelo mercado). A conservação das áreas de sobreiro e azinheira está também dependente da manutenção da *multifuncionalidade* destes sistemas, assegurando mercado a outros produtos não-lenhosos que não apenas a cortiça. O pagamento de serviços ambientais, a certificação da gestão sustentável e, em alguns casos, o restauro de áreas degradadas são mecanismos essenciais à sustentabilidade e conservação dos povoamentos de sobreiro e azinheira.

2.4. Síntese

O fenómeno do declínio de povoamentos de azinheira e, principalmente, sobreiro ocorre quer na Europa quer no Norte de África. Factores bióticos, nomeadamente pragas e doenças são frequentes nas regiões onde ocorre declínio. É comum a vários países ocorrerem “bolsas de mortalidade” de árvores bem delimitadas e localizadas (Ex: Espanha e Itália). Técnicas de manejo inadequadas (incluindo as de extracção de cortiça) são referidas como factores de predisposição ao declínio. Existe, no entanto, um considerável contraste entre o aproveitamento dos recursos florestais nos países do Norte de África e Europa. Nos primeiros existem problemas de sobre-exploração de recursos pelas populações locais, enquanto nos segundos o abandono rural é um importante factor de declínio (Ex: Portugal, Espanha, França). O risco de incêndio, associado aos fenómenos de abandono rural e aumento da vegetação combustível, é comum aos países europeus. No entanto, em alguns países da África do Norte (Ex: Argélia) as queimadas para aproveitamento de pastagem (conflito de usos de solo) têm originado problemas de incêndios florestais relevantes. Os produtos não lenhosos (Ex: caça, cogumelos) incluindo uso para actividades recreativas ou de conservação são referidos como podendo contribuir potencialmente para reverter os fenómenos de declínio dos povoamentos de sobreiro e azinheira.

Factores bióticos (pragas e doenças) e abióticos (risco de incêndio, manejo), comuns aos diferentes países, constituem um factor de oportunidade para actuar em concertação na mitigação do problema do declínio.

3. Causas de mortalidade

É geralmente aceite que o fenómeno do declínio está relacionado com diferentes factores que podem interagir entre si: Pragas e doenças, risco de incêndio, técnicas de manejo inadequadas, factores climáticos. Alguns destes factores e suas implicações na mortalidade das árvores são sintetizados e discutidos nas secções seguintes.

3.1 Maneio e degradação do solo

A degradação do solo pode constituir um importante factor de declínio. No caso dos sobreiros estes estão geralmente adaptados a solos livres de carbonato de cálcio, com PH variando entre o ligeiramente a fortemente ácido, solos com drenagem adequada, horizontes orgânicos bem preservados e que não apresentem limitações ao desenvolvimento das raízes. Factores que alterem estas características poderão tornar os solos inadequados à existência de povoamentos de sobreiro saudáveis. *Processos físicos* como a compactação ou a erosão podem ser provocados por actividades de sobrepastoreio ou gradagens profundas; *processos químicos* como as perdas de matéria orgânica podem resultar, por exemplo, da ocorrência de incêndios. Os processos físicos e químicos podem, por sua vez, interagir e provocar alterações nos *processos biológicos* do solo (Ex: alterações de actividade da flora e fauna do solo).

O sobrepastoreio pode reduzir drasticamente o coberto vegetal e a regeneração arbórea provocando ainda compactação do solo pelo pisoteio. Estas alterações poderão reduzir a capacidade de infiltração da água, aumentar o escoamento superficial e provocar erosão.

As gradagens profundas, para além de poderem danificar o sistemas radicular das árvores, podem reduzir fortemente o coberto vegetal, alterando a quantidades e qualidade da folhada, e matéria orgânica, que é devolvida ao solo. Por outro lado, a redução excessiva do coberto vegetal pode aumentar os riscos de erosão, após períodos de precipitação extrema. Alterações de condições micro-ambientais provocadas pela redução do coberto vegetal poderão também afectar negativamente a regeneração arbórea.

Os incêndios, por sua vez, podem destruir completamente o coberto vegetal, eliminando os horizontes orgânicos, o que origina diminuição na capacidade de retenção de água

dos solos, nas taxas de infiltração e de permeabilidade aumentando, uma vez mais, os riscos de erosão, principalmente em declives acentuados. Por outro lado, poderão ocorrer alterações químicas dos solos com alguns nutrientes a perderem-se por volatilização e outros, antes imobilizados na vegetação em pé, a serem devolvidos ao solo.

Em geral, existe um bom conhecimento sobre a relação entre os principais processos de degradação do solo e a vitalidade dos sobreiros. A relação entre as características do solo e a quantidade e a qualidade da cortiça produzida é, no entanto, uma área que necessita de investigação adicional.

3.2. Maneio, pragas e doenças.

No Norte de África os povoamentos de sobreiro e azinheira são habitados e o pastoreio uma das principais fontes de rendimento das populações locais. O sobrepastoreio é frequente e considerado como um importante factor de declínio dos povoamentos. Na floresta de Kroumiri, na Tunísia, por exemplo, a pressão de pastoreio pode exceder 3 a 5 vezes a produção de biomassa herbácea o que resulta na utilização excessiva de alimento arbóreo (incluindo bolotas) e arbustivo pelo gado o que afecta negativamente a regeneração arbórea. Ausência de regeneração e uma proporção elevada de povoamentos equiênicos de classes de idade avançada é um dos grandes obstáculos à sustentabilidade dos povoamentos de sobreiro e azinheira no Norte de África.

Gradagens profundas e técnicas inadequadas de extracção de cortiça são, além do sobrepastoreio, outros factores que aumentam a susceptibilidade das árvores a pragas e doenças e a probabilidade de mortalidade. Podas mal orientadas, limpeza de matos excessiva (alterando por exemplo condições micro-climáticas de temperatura, ensombramento e humidade do solo que sejam favoráveis à regeneração) poderão estar a contribuir para o enfraquecimento das árvores, níveis de mortalidade elevado e, conseqüentemente, para o fenómeno do declínio.

3.3. Maneio, seca e pragas

O declínio de povoamentos de sobreiro e azinheira é comum a várias áreas do Norte de África e da Argélia em particular. Têm sido observadas áreas de declínio neste país de dois tipos distintos: ocorrência de mortalidade de árvores em pequenos grupos (duas a

dez) no interior dos povoamentos ou, por outro lado, mortalidade extensiva de, virtualmente, todas as árvores do povoamento. Em qualquer das situações considera-se que condições climáticas adversas (períodos de seca) estão a interagir com questões de gestão dos povoamentos tornando as árvores mais susceptíveis a pragas. Os períodos de seca ocorrem normalmente a ciclos de 3 a 5 anos. Estes períodos agravam situações de má gestão do sub coberto (frequentemente os povoamentos de sobreiro encontram-se invadidos por regeneração excessiva de *Pinus pinaster* e *Pinus halepensis*), insuficiente regeneração e excesso de árvores em classes de idade muito avançadas e ainda problemas relacionados com más técnicas de extracção de cortiça que deixam as árvores enfraquecidas e sujeitas a várias pragas.

As pragas mais comuns são as de desfolhadores como a *Lymantria dispar*, e outras menos importantes como a *Euproctis chrysorrhoea* ou a *Tortrix viridiana*. Existem ainda várias pragas de xilófagos (Ex. *C. cerdo*, *H. cinereus*, *P. unicolor*, *P. cylindrus*) capazes de atacar árvores susceptíveis e contribuir para a mortalidade do sobreiro.

3.4. Doenças: ferramentas de diagnóstico

Doenças como a *Phytophthora* spp. ocorrem em várias espécies de *Quercus* spp. e constituem importante factor de mortalidade em carvalhos. Os fungos deste género têm sido disseminados a partir de viveiros e através de cursos de água que transportam os esporos.

Mais de 90 espécies de *Phytophthora* spp., com actividade patogénica diferente, foram já identificadas com técnicas de genética molecular em análises de amostras de solo da rizosfera. O diagnóstico, através da genética molecular, vai ser cada vez mais utilizado para identificar espécies patogénicas para os *Quercus* spp. e estabelecer esquemas de sanidade vegetal (e que assegurem ausência de sintomas em viveiros). Existem actualmente técnicas expeditas (Ex: PCR arrays) que permitem a identificação rápida de espécies do género *Phytophthora* spp. em amostras de plantas, solo ou água. A aplicação destas técnicas em povoamentos de sobreiro e azinheira poderão contribuir de modo significativo para a mitigação da mortalidade induzida pela *Phytophthora* spp.

3.5. Fungos endofíticos

Os fungos endofíticos afectam a fisiologia do hospedeiro. Embora nalguns casos se desenvolvam relações de mutualismo ou comensalismo, noutros os fungos desenvolvem actividade patogénica em relação ao hospedeiro. Estes últimos poderão ter relevância no fenómeno do declínio. A monitorização em bosques de carvalho, na Sardenha, em Itália, revelou grande variabilidade na composição específica das comunidades de fungos endofíticos em árvores com ou sem sintomas de doença. Entre espécies patogénicas, as que se identificaram como ocorrendo com maiores frequências foram: *Biscogniauxia mediterranea*, *Botryosphaeria corticola* e *Apiognomonium quercina*. A *B. mediterranea* sobrevive como fungo endofítico em todos os órgãos da parte aérea das plantas. A infecção causa amarelecimento de tecidos, que secam, e o aparecimento de lesões normalmente designadas por “cancros do tronco”. A *B. corticola* provoca sintomas semelhantes aos de uma doença vascular: os ramos da parte superior da copa morrem começando pelos da zona exterior, podendo surgir manchas necróticas nos ramos e no tronco com produção de exsudados e, finalmente, aparecimento de cancos. Os tecidos internos dos órgãos infectados perdem coloração e os órgãos vasculares são invadidos pelas hifas dos fungos. Podem ocorrer vários pontos de infecção e mesmo as plantas mais vigorosas acabam por morrer. A maioria dos ataques letais por fungos endofíticos ocorre em plantas adultas em anos de seca, logo após a extracção da cortiça. A *A. quercina* provoca lesões nos ramos de diversas espécies de carvalhos, podendo também afectar toda a parte aérea das plantas, com desfolhamento severo e redução da actividade fotossintética e alteração de processos metabólicos da árvore-hospedeira.

A luta integrada pode ser utilizada contra as doenças acima descritas. Existem espécies antagonistas como as do género *Trichoderma* spp., em particular a *T. citrinoviride*, que se têm revelado eficazes contra a *B. corticola*, pois limitam fortemente o seu desenvolvimento em condições *in vitro* e o aparecimento de infecções na planta. Mais recentemente têm sido utilizados metabolitos secundários, de grande poder anti-fúngico, que têm sido isolados a partir de culturas de *Trichoderma* spp. Os resultados da luta biológica têm sido promissores. A utilização de bio-pesticidas como alternativa ao combate químico pode ser particularmente útil na abordagem ao fenómeno do declínio das Quercíneas, e do sobreiro em particular, nomeadamente para prevenir ocorrência de infecções após a extracção da cortiça.

De qualquer modo, para que o potencial de infecção seja reduzido, é prioritário a remoção e queima de árvores mortas ou infectadas, a utilização de plantas de viveiro sãs nas reflorestações e possivelmente a luta química em áreas de ocorrência de infecções. O controlo biológico revela forte potencial como alternativa aos tratamentos químicos. Qualquer destas medidas só será eficaz, no entanto, se associada a boas práticas de manejo e silvícolas.

3.6. Alterações climáticas

Quer os cenários de alteração climática quer medições confirmadas nas últimas décadas sugerem aumento da variabilidade de precipitação, aumento da frequência de períodos de seca, e aumento das temperaturas médias. Estes factores são potencialmente indutores de alterações da composição e estrutura da vegetação incluindo das áreas de distribuição do sobreiro. Aplicaram-se modelos fitoclimáticos e de regressão a diferentes áreas da Andaluzia, Espanha, para averiguar o potencial de alteração das comunidades vegetais associadas aos povoamentos de sobreiro assim como o potencial de alteração da área de distribuição da espécie. Aqueles modelos foram avaliados segundo diferentes hipóteses que incluíram aumento de temperaturas médias anuais (aproximadamente 2°C) assim como de precipitação total anual. Qualquer dos cenários implicou aumento de fragmentação e redução das áreas de distribuição geográfica do sobreiro, embora em alguns casos tenha sido observado potencial para expansão. A questão das alterações climáticas é das mais relevantes quando se considera a sustentabilidade dos povoamentos de sobreiro.

3.7. Respostas do sobreiro ao fogo

Os incêndios são frequentes em áreas de distribuição de sobreiro. Em Portugal, por exemplo, arderam mais de 100×10^3 ha de povoamentos de sobreiro entre 1984 e 2004. Os povoamentos de sobreiro abandonados, em particular, e com grande acumulação de vegetação combustível, têm elevado risco de incêndio. Os sobreiros estão adaptados ao fogo nomeadamente devido à protecção que lhes é conferida pela cortiça. A probabilidade da sobrevivência das árvores ao fogo depende de factores ao nível da própria árvore e da estação.

Um trabalho descritivo realizado no Sul de Portugal, na Serra do Caldeirão, revelou que, ano e meio após a ocorrência de um grande incêndio, os sobreiros não descortiçados tiveram níveis de sobrevivência ligeiramente superiores (89%) aos sobreiros descortiçados (82%). A resposta dos sobreiros ao fogo variou também com o terem sido, ou não, descortiçados. Para árvores não descortiçadas a altura foi o parâmetro mais fortemente relacionado com a probabilidade de sobrevivência (maior probabilidade de sobrevivência nos sobreiros mais altos), para as árvores descortiçadas a espessura da cortiça (medida a partir da última extracção) foi o principal factor a afectar a sobrevivência (maior sobrevivência nas árvores de maior espessura de cortiça).

Árvores descortiçadas e não descortiçadas respondem também de maneira diferente a parâmetros topográficos: Por exemplo, a mortalidade em sobreiros descortiçados foi superior à dos não descortiçados nas zonas de maior declive e de exposição Sudeste. Em geral as árvores mais velhas (maior diâmetro à altura do peito), em exposições Sul e com menor espessura de cortiça e subcoberto arbustivo denso foram as mais susceptíveis ao fogo. O coberto arbustivo, em particular, é o mais forte determinante de ocorrência de fogo e mortalidade das árvores.

Os matagais são o tipo de uso do solo com mais elevado risco de incêndio em Portugal, pelo que a não-gestão dos povoamentos de sobreiro no pós-fogo (que serão tendencialmente ocupados por matagais) criará condições para a ocorrência de novos incêndios.

Os factores que afectam a sobrevivência dos sobreiros ao fogo são provavelmente semelhantes aos que afectam a incidência de pragas e doenças. O fogo pode ser apenas um factor adicional de mortalidade em árvores já susceptíveis (Ex: alterações climáticas, doenças, feridas, práticas de manejo inadequadas). A interacção entre fogo e outros factores de mortalidade do sobreiro merecem trabalho de investigação futuro.

3.8. O papel da água no declínio

A mortalidade anual de sobreiros e azinheiras é muito elevada. Em Portugal, o número de autorizações para corte de sobreiros mortos, emitido pela Direcção Geral de Recursos Florestais é, em média, de 150×10^3 por ano. A mortalidade elevada de Quercíneas ocorre não apenas na Península Ibérica mas também em regiões como a Califórnia, nos Estados Unidos da América.

Os sintomas de declínio em Quercíneas (Ex: crescimento débil e morte de ramos, reduzido número de folhas por ramo, perda da dominância apical, baixos valores de potencial hídrico nos tecidos) sugerem que as árvores se encontram em stress hídrico. Na maioria dos casos a morte ocorre a partir do momento em que a árvore perde a capacidade de transporte da água a partir do solo e através do sistema radicular até às folhas. Este fenómeno ocorre quando o xilema sofre embolia, isto é, os vasos condutores perdem capacidade de condutividade devido a stress hídrico. A embolia do xilema impede a normal circulação de fluidos e causa, em última instância, a morte da árvore.

Em geral, as espécies do género *Quercus* spp. estão adaptadas a estações longas de escassez de água. O sobreiro e a azinheira, por exemplo, evitam a desidratação através do fecho dos estomas e estão fortemente dependentes da disponibilidade de água obtida a partir de sistemas radiculares bem desenvolvidos, factores que compensam as perdas de água por transpiração. Os valores a que ocorre embolia do xilema do sobreiro são intermédios entre os das folhosas e os da azinheira – esta mais tolerante a períodos de seca. O potencial hídrico das folhas de sobreiro, por exemplo, é em média de -3MPa comparativamente a -5Mpa na esteva *Cistus ladanifer*, uma espécie arbustiva semi-caduca. Foi também demonstrado, com recurso a isótopos estáveis, nomeadamente $\delta^{18}\text{O}$, que no sobreiro ocorrem processos de ascensão hidráulica (“Hydraulic lift” – a água freática ascende à superfície do solo durante o período nocturno podendo ser utilizada pelas raízes superficiais da árvore) um mecanismo que também contribui para diminuir o stress hídrico das árvores.

Todos os factores que induzem embolia do xilema aumentam a susceptibilidade das árvores ao stress hídrico. Por exemplo, a infecção dos sistema radicular pela *Phytophthora cinnamomi* é um desses factores. A infecção crónica das raízes provoca stress hídrico e pode progredir lentamente aumentando a susceptibilidade das árvores a outros factores de stress (Ex: períodos de seca, solos erodidos, pragas) e provocar a morte da árvore, o que pode demorar vários anos ou acontecer de modo relativamente rápido em árvores mais jovens. A rapidez com que a árvore morre, depende das características individuais de cada árvore e factores climatéricos. Períodos de seca, por exemplo, induzem normalmente grande mortalidade de árvores.

Para testar se os períodos de seca são factor directo de mortalidade no sobreiro em Portugal relacionou-se o nº de pedidos para abate de árvores mortas, feitos à Direcção Geral de Recursos Florestais, com um índice de severidade de seca. Não foram no entanto encontradas relações significativas entre estes parâmetros, quer no próprio ano quer relativamente a anos anteriores (Ex: comparação entre nº de árvores abatidas em determinado ano com índices de severidade de seca calculados para um e dois anos anteriores ao corte). Não é pois claro se a seca aumenta a susceptibilidade das árvores às doenças e pragas ou se, pelo contrário, é a infecção do sistema radicular (nomeadamente por *Phytophthora cinnamommi*) que torna as árvores mais susceptíveis a períodos de seca.

É necessário trabalho de investigação que possa fornecer dados concretos relativamente a padrões espaciais e temporais de mortalidade à escala da paisagem e que permitam um melhor conhecimento das relações que se estabelecem entre a árvore hospedeira e a *Phytophthora* spp., e permitam entender como esta relação afecta as relações hídricas da árvore. A relação entre as propriedades dos solos e as características genéticas das árvores, em particular a resposta ao stress hídrico, é outra área que poderia contribuir para uma melhor compreensão das questões anteriores.

3.9. Modelação do declínio nos Estados Unidos da América

O declínio das Quercíneas nos Estados Unidos da América tem sido relacionado com *factores de predisposição* (fisiologia da árvore, tendências climáticas, competição com

outras espécies ou tipos de solo), *factores de incitamento* (desfolhamento, seca, geada, perturbação dos povoamentos) e *factores de contribuição* (doenças das raízes como a *Armilaria* spp. ou causadoras de cancos como a *Hypoxylon* spp. ou ainda insectos perfuradores como a broca do carvalho americano *Quercus rubra*).

O declínio das Quercíneas tem sido monitorizado sistematicamente nos Estados Unidos da América desde há vinte anos, com medições ao nível da estação (Ex: exposição, declive, produtividade, altitude) e do povoamento (Ex: densidade, idade, e composição específica do povoamento, incidência de declínio). Estes dados têm sido usados para modelar a mortalidade das árvores e identificar as áreas geográficas com maior probabilidade de ocorrência de mortalidade com metodologias baseadas em árvores de decisão e análises de regressão.

Têm sido obtidos resultados diferentes em regiões distintas. Por exemplo: O conteúdo em argila dos solos, declive e profundidade do solo revelaram-se como importantes para explicar a mortalidade a nível local, enquanto que a área basal, a idade do povoamento, a proporção de espécies de *Quercus* spp. no povoamento foram variáveis que contribuíram para explicar a mortalidade à escala do povoamento.

A modelação, deste que baseada em dados de campo fiáveis, é uma metodologia que tem sido utilizada com sucesso nos Estados Unidos da América e com forte potencial para abordar questões relacionadas com o declínio dos povoamentos de sobreiro e azinheira no Norte e Sul da Bacia Mediterrânica.

3.10. O declínio e o balanço de carbono.

Para que se possa mitigar o fenómeno do declínio dos povoamentos de sobreiro e azinheira são necessárias abordagens que permitam compreender os *mecanismos* envolvidos na mortalidade daquelas espécies. Compreender quais os mecanismos fisiológicos ou os factores ambientais são questões importantes. Por exemplo: Quais os níveis de precipitação abaixo dos quais aumenta a mortalidade? Quais os padrões de precipitação que afectam a sobrevivência das árvores? Que interacções existem entre os

padrões de precipitação, a temperatura e ocorrência de stress hídrico? Particularmente interessantes são questões relativas ao balanço de carbono nos povoamentos de sobreiro e azinheira e a relação com factores que induzem a mortalidade das árvores. Estes assuntos podem ser abordados através da modelação baseada em recolha de dados de campo. Foi esta a metodologia seguida para compreender a relação entre o balanço de carbono e a mortalidade das árvores num bosque de azinheiras, explorado em talhadia, em Prades, na Catalunha.

Os povoamentos de azinheira são caracterizados por taxas de crescimento muito lentas principalmente devido a elevada densidade de rebentações de toíça e razões elevadas de raiz/caule (valores normalmente superiores a 1,2). Na maioria dos casos o balanço de carbono está no limite com as perdas por respiração a igualar os ganhos de produtividade primária. No caso do bosque de Prades a abordagem ao balanço de carbono foi feito utilizando o modelo Gotwilda. Este modelo utiliza cinco compartimentos e suas interações: clima, estrutura florestal, ecofisiologia, tipo de manejo e solo.

Os dados de campo consistiram na quantificação de carbono, em condições naturais, ao nível da folha, ramos e solo. A recolha destes dados permitiu modelar e estimar, por exemplo, o custo de manutenção das folhas (Ex: o custo total é de $1033 \text{ gC} \cdot \text{m}^{-2} \text{ solo} \cdot \text{ano}^{-1}$ correspondentes a $189 \text{ gC} \cdot \text{m}^{-2} \text{ solo} \cdot \text{ano}^{-1}$ para a formação da folha e $844 \text{ gC} \cdot \text{m}^{-2} \text{ solo} \cdot \text{ano}^{-1}$ para manutenção da folha). Esta abordagem permitiu também concluir que as raízes finas (frequentemente ignoradas devido à baixa proporção que apresentam face à biomassa vegetal total) necessitam de tanto carbono quanto a totalidade da copa devido às elevadas taxas de renovação que as caracterizam.

A maioria das espécies do género *Quercus* spp. tem capacidade para rebentar de toíça, o que resulta da capacidade de mobilização de hidratos de carbono solúveis a partir das reservas de amido existentes no sistema radicular. Factores ambientais que afectem a mobilização dos hidratos de carbono são relevantes para compreender os fenómenos da mortalidade do sobreiro e azinheira. Por exemplo, em ambiente Mediterrânico como o ocorrente no bosque de Prades, o solo seca durante os meses de Verão e a produtividade primária toma valores negativos. Consequentemente, a respiração tem que ser

compensada pela mobilização das reservas de hidratos de carbono solúveis. Em anos de reduzida precipitação, as reservas da árvore em carbono solúvel diminuem para que os custos de manutenção relativos à respiração dos tecidos sejam compensados, pelo que o balanço de carbono é alterado.

Através de manipulação experimental dos níveis de água no solo e de desbaste de árvores foi possível confirmar resultados da modelação. De facto, em parcelas desbastadas e onde não se reduziu a disponibilidade de água no solo, as árvores evidenciaram maiores diâmetro e taxas de crescimento (em diâmetro). A modelação permitiu também concluir que as parcelas desbastadas necessitam de 15 a 25 anos para recompor as reservas de amido – o mesmo período de tempo usado empiricamente pelas populações rurais na exploração de talhadia dos azinhais para produção de carvão. Estes resultados sugerem que as perdas de hidratos carbono solúveis poderão ser usados como indicadores já que abaixo de determinados níveis daqueles compostos as árvores perdem a capacidade de rebentação e sobrevivência.

Por outro lado, as alterações climáticas podem interagir com o manejo (e o desbaste em particular) e afectar as reservas de hidratos de carbono da azinheira. A modelação sugere que o balanço de carbono em bosques Mediterrânicos como o de Prades, se encontram no limite do equilíbrio e que o custo de formação (1/3) e manutenção (2/3) de tecidos vivos requer valores de precipitação da ordem dos 200 a 400mm, respectivamente. Técnicas de manejo que reduzam as perdas por respiração, como por exemplo a redução do número de rebentamentos por toíça ou a densidade de árvores do povoamento podem contribuir para mitigar efeitos adversos das alterações climáticas previstas para a zona Mediterrânica e que incluem aumento da frequência dos períodos de seca.

A modelação, em conjunto com dados de campo fiáveis, pode ser utilizada para compreender as respostas fisiológicas das árvores, nomeadamente a dinâmica dos hidratos de carbono solúveis e o balanço de carbono, antecipando efeitos adversos das alterações climáticas nos bosques Mediterrânicos.

4. Direcções futuras

A informação relativa à distribuição e condição fitossanitária dos povoamentos de sobreiro e azinheira nas suas áreas de ocorrência, sugere a necessidade de implementar protocolos comuns, normalizados, que permitam a monitorização sistemática dos povoamentos. Os processos de monitorização podem ser facilitados através de redes de colaboração a estabelecer entre países onde estas espécies ocorrem. Técnicas como a detecção remota, em simultâneo com validação através de dados de campo (Ex: Idade dos povoamentos, estado regenerativo, níveis de mortalidade, ocupação do solo) poderão ser usados de modo a obter-se informação clara sobre a situação actual dos povoamentos assim como compreender se existem padrões espaciais e temporais de mortalidade. Actualmente existem técnicas expeditas de marcação molecular que podem ser utilizadas para identificar ocorrência de doenças como a *Phytophthora* spp. em amostras de solo, da planta ou de água. Estas técnicas, utilizadas em esquemas de monitorização, contribuirão para a compreensão da relevância e dinâmica daquela ou outras doenças no fenómeno do declínio.

Em simultâneo, a investigação deverá ser direccionada para a compreensão dos mecanismos fisiológicos relacionados com a mortalidade das árvores e consequentemente do declínio. Mais do que trabalhos descritivos são necessárias abordagens com manipulação experimental que, em conjunto com modelação, possam ser utilizados à escala da árvore ou do povoamento. Diversos factores estão provavelmente a interagir e a induzir a mortalidade das árvores. Actualmente existe boa compreensão de processos ocorrentes ao nível do solo, particularmente nas questões relacionadas com o manejo, (Ex: pastoreio, gradagens, fogo) e que afectam as propriedades do solo (Ex: horizonte orgânico, disponibilidade de nutrientes) assim como trabalho descritivo relativo a pragas e doenças que actuam nos povoamentos de sobreiro e azinheira. É no entanto fundamental a utilização de abordagens aos mecanismos que, combinadas com modelação, contribuam para compreender os fenómenos fisiológicos da mortalidade e do declínio. É sobretudo essencial compreender a interacção entre as relações hídricas e os estados fisiológico e fitossanitário da árvore. Por exemplo, a capacidade de rebentação de toija e regeneração após uma perturbação depende da capacidade de armazenamento e mobilização de

hidratos de carbono. Existem várias questões em aberto e que deveriam ser abordadas por um projecto de investigação integrado. Por exemplo:

- De que maneira períodos de seca ou padrões de precipitação afectam a capacidade das árvores para armazenar e mobilizar hidratos de carbono? Como é que aqueles factores afectam a capacidade de rebentação da árvore ou probabilidade de sobrevivência após uma perturbação?
- De que modo o manejo (Ex: desbaste, extracção de cortiça, limpeza de matos, pastoreio) se relacionam com a fisiologia da árvore e o seu estado fitossanitário?
- Existem indicadores fisiológicos fiáveis e expeditos que possam ser utilizados em esquemas de monitorização e antecipar e mitigar a mortalidade das árvores?
- De que maneira a fisiologia da árvore (Ex: Estado hídrico) se relaciona com a probabilidade de incidência de pragas e doenças como a *Phytophthora* spp.?
- As pragas e doenças estão a induzir stress hídrico nas árvores ou, pelo contrário, é o stress hídrico que está a aumentar a susceptibilidade da árvore a pragas e doenças?
- O fenómeno do declínio está relacionado com técnicas de manejo inadequadas e ausência de níveis de regeneração nos povoamentos que se encontram envelhecidos? Ou o fenómeno do declínio é também significativo em povoamentos jovens?
- De que modo é que as questões anteriores são enquadradas por questões socio-económicas (Ex: abandono rural, sobre-utilização de recursos)?

5. Conclusões

Apesar do enquadramento socio-económico ser consideravelmente distinto entre os países Europeus e do Norte de África onde ocorrem povoamentos de sobreiro e azinheira, existem condições para acções conjuntas que permitam caracterizar, quantificar e entender de modo claro a dinâmica do fenómeno do declínio. O desenvolvimento e implementação de uma rede temática que promova acções concertadas e intercâmbios regulares, assim como o estabelecimento de uma plataforma

que implemente esquemas de monitorização comuns e promova a cooperação científica, seriam essenciais para reverter o declínio dos povoamentos de sobreiro e azinheira nas suas áreas de distribuição geográfica. Estas acções parecem possíveis através de financiamento internacional (Ex: União Europeia, FAO). A cooperação e acções técnico-científicas integradas poderão contribuir significativamente para a vitalidade dos povoamentos de sobreiro e azinheira nas suas áreas de distribuição geográfica.