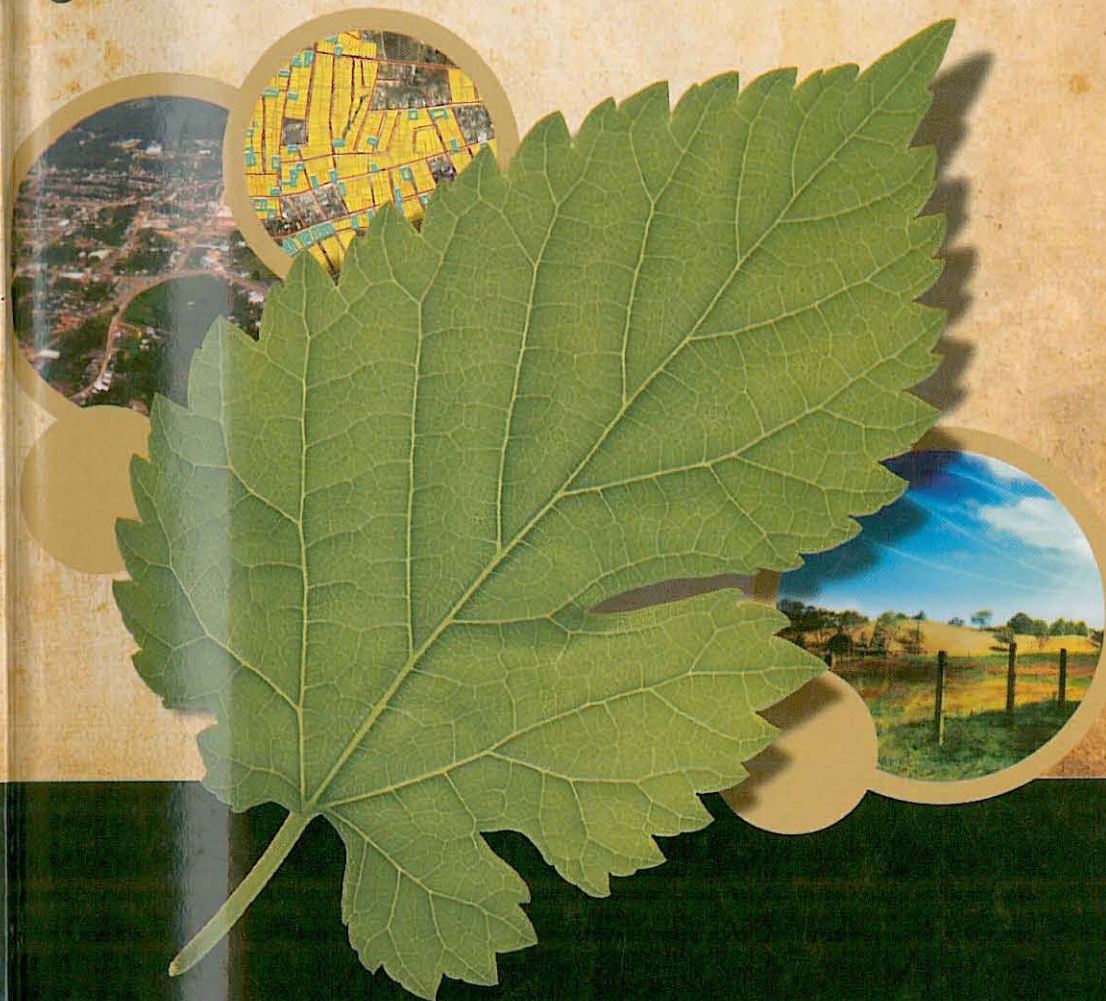


A articulação entre as temáticas desenvolvimento rural, sustentabilidade e ordenamento territorial traz uma abordagem multidimensional e interdisciplinar sobre temas que permitem novas formas de reflexão sobre os caminhos do desenvolvimento levando em conta a questão da sustentabilidade no sentido mais amplo do termo, bem como do ordenamento territorial como estratégia inclusiva e de organização racional da sociedade. Estas temáticas são objeto de estudo central de muitos dos pesquisadores que assinam os artigos que compõem este volume. Ao trazer abordagens interconectadas destas temáticas, a publicação procura estimular a sistematização com o propósito de exploração e apropriação da combinação dos conhecimentos que, se tomados separadamente, não são capazes de abarcar a lógica das suas inter-relações. Dessa forma, ainda que relacionados à realidade socioeconômica, física e técnica de Brasil, Espanha e Portugal, os trabalhos apresentados nessa edição abordam temas que ultrapassam fronteiras nacionais, à medida que focalizam questões amplas e abrangentes relacionadas às formas de organização do uso da terra como referência para o desenvolvimento sustentável.

DESENVOLVIMENTO RURAL, SUSTENTABILIDADE E ORDENAMENTO TERRITORIAL

# DESENVOLVIMENTO RURAL, SUSTENTABILIDADE E ORDENAMENTO TERRITORIAL



[www.assentamentos.com.br](http://www.assentamentos.com.br)

**JOSÉ AMBRÓSIO FERREIRA NETO  
CARLOS JOAQUIM EINLOFT  
RENATO LUIZ GONÇALVES  
ORGANIZADORES**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA  
Reitora: Nilda de Fátima Ferreira Soares

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
Diretor: Sérgio H. Brommonschenkel

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL  
Chefe: Brício dos Santos Reis

© 2011, Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural  
Universidade Federal de Viçosa

Impressão:  
Gráfica Suprema  
Tiragem: 1.000 exemplares

Capa, projeto gráfico e diagramação:  
Carlos Joaquim Einloft

Pedidos:  
[www.assentamentos.com.br](http://www.assentamentos.com.br)

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação  
e Classificação da Biblioteca Central da UFV**

Desenvolvimento rural, sustentabilidade e ordenamento territorial / José Ambrósio Ferreira Neto, Carlos Joaquim Einloft, Renato Luiz Gonçalves. – Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2011. 284p. ; 23cm.

Inclui bibliografia.  
ISBN: 978.85.60249.99-2

1. Desenvolvimento rural. 2. Recursos naturais. 3. Sistemas de informação geográfica. I. Ferreira Neto, José Ambrósio, 1963-. II Einloft, Carlos Joaquim, 1974-. III. Gonçalves, Renato Luiz, 1981-. IV. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Economia Rural.

CDD 22. ed. 307.1412

**TODOS OS DIREITOS RESERVADOS**

É proibida a reprodução, total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo art. 184 do Código Penal.

## Dinâmica e serviços da paisagem no Nordeste de Portugal

João C. Azevedo  
 João P. Castro  
 Helena Pinheiro  
 César Moreira  
 Simone Magalhães  
 Carlos Loureiro  
 Paulo M. Fernandes

### RESUMO

Neste trabalho são abordados os serviços de ecossistema relevantes à escala da paisagem num contexto de transformação do território. O principal objetivo é avaliar os efeitos potenciais das alterações da paisagem no serviço de regulação de perturbações (fogo) proporcionado pelos sistemas ecológicos na região do Nordeste de Portugal (Trás-os-Montes). Discute-se o conceito de serviço de ecossistema explorando os aspetos que mais contribuíram para a popularização desta abordagem e para a sua aplicação em políticas e práticas de gestão e conservação de ecossistemas e paisagens. São destacados os serviços cujo enquadramento é exclusivo ou apenas integralmente abordável à escala da paisagem, aqui designados por serviços de paisagem, nomeadamente os serviços de regulação do fogo. Descrevem-se os processos de alteração da paisagem em curso na região do Nordeste de Portugal com base nos casos das freguesias de França e Deilão onde nos últimos 50 anos se verificou uma redução acentuada da área agrícola e uma expansão das áreas florestais, embora com efeitos opostos na estrutura dessas paisagens. Analisa-se, neste contexto, a forma como estas alterações afetam a regulação do fogo com base em resultados de trabalhos de modelação e simulação do comportamento do fogo conduzidos nas mesmas freguesias. Verificou-se que a paisagem tende a acumular e a aumentar a continuidade espacial de combustível ao longo do tempo o que é correspondido pelo aumento do risco de incêndio na paisagem, favorecendo a ocorrência de fogos de maior intensidade em áreas mais extensas. No final, discute-se o papel da gestão em paisagens culturais em rápida transformação e no fornecimento de serviços, nomeadamente de paisagem.

### 1. INTRODUÇÃO

Serviços de ecossistema são os benefícios que as sociedades obtêm dos ecossistemas através de funções ou processos particulares a eles associados (Costanza et al., 1997; Hassan et al., 2005). Trata-se de um conceito simples e intuitivo mas com implicações significativas na abordagem aos sistemas naturais e semi-naturais e na definição de políticas ambientais, de gestão de recursos, conservação da biodiversidade e ordenamento

do território (de Groot, 1987). A ideia de serviço (bens e serviços, nalguma tipologias) está intimamente ligada ao conceito de valor e essa é, efetivamente, a origem e a justificação para o seu desenvolvimento. Os serviços de ecossistema têm a sua origem na economia ecológica, ambiental ou dos recursos naturais onde a valoração da natureza (e dos seus serviços) é um componente central. O conceito de serviço de ecossistema desenvolve-se a partir de meados dos anos 60 com um crescimento exponencial nas décadas mais recentes (de Groot et al., 2002). Em 1997 foi apresentada uma estimativa do valor e do capital natural dos ecossistemas à escala mundial (Costanza et al., 1997) e multiplicam-se esforços para a avaliação, valoração e monitorização de um número crescente de serviços e dos ecossistemas que os geram (Pereira et al., 2009). A abordagem aos ecossistemas baseada nos seus serviços tem atualmente como propósito principal a condução de análises económicas comparativas ou outras.

A classificação dos serviços tem como papel facilitar a valoração e monitorização dos ecossistemas com base na discretização das funções e processos particulares dos ecossistemas que, individualmente ou em conjunto, são responsáveis pela oferta de bens ou serviços. Costanza et al. (1997) utilizou na sua análise de valor e capital natural dos ecossistemas uma tipologia simplificada de bens e serviços com base em 17 funções. de Groot et al. (2002) expandiu o número de funções para 23, repartidas por 4 classes: regulação, habitat, produção e informação. Os serviços resultam de processos ecológicos e componentes particulares dos ecossistemas, classificados de acordo com funções. A tipologia do Millenium Ecosystem Assessment (MEA) é, porém a mais generalizada. Nesta, os serviços de ecossistema são organizados em serviços de suporte, de produção e de regulação e ainda serviços culturais (Hassan et al., 2005; Pereira et al., 2009). Os serviços de suporte dizem respeito aos serviços dos ecossistemas necessários à oferta dos restantes serviços e incluem processos base como a formação de solo, circulação de nutrientes e suporte de biodiversidade, entre outros. Os serviços de produção dizem respeito à produção de bens como alimentos, água, madeira, lenha, fibras, cogumelos, plantas medicinais ou outros. Os serviços de regulação incluem os benefícios resultantes dos processos de regulação desempenhados pelos ecossistemas, nomeadamente da composição da atmosfera, do clima, da qualidade e regularidade da água, de perturbações e catástrofes, entre outros. Os serviços culturais são os benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas incluindo atividades de recreio e educação bem como de apreciação estética e emocionais proporcionadas por esses ecossistemas.

Uma abordagem aos sistemas naturais e semi-naturais tendo como base os serviços de ecossistema apresenta uma série de vantagens em relação a outras, sobretudo de ordem prática, que permitem explicar o sucesso do uso destes serviços em valoração, gestão e monitorização dos ecossistemas. Em primeiro lugar, permite atribuir valor aos ecossistemas e aos seus serviços. Qualquer ecossistema, mesmo não produzindo bens com valor de mercado, tem valor que resulta do valor dos serviços que proporciona. Essa definição é feita com base nas necessidades e expectativas das sociedades humanas e não em conceitos exotéricos, ambíguos e de difícil conceção por parte da sociedade em

geral mas também de decisores, planeadores e gestores de recursos naturais. É um conceito totalmente antropocêntrico e por isso facilmente compreensível pela sociedade o que facilita a comunicação entre decisores, gestores, produtores e utilizadores dos serviços, melhorando o relacionamento entre ambos, o que é decisivo para a implementação de programas de gestão sustentável dos recursos. Outra consequência relevante resulta do facto de tal abordagem pressupor uma conceção e análise holística dos ecossistemas de acordo com a qual os benefícios obtidos pelas sociedades dependem da existência do ecossistema como um todo (superior à soma das partes que o compõe) e do qual não podem ser dissociados, apesar de, para efeitos de análise, se recorrer à dissecação de funções, processos e serviços. Dessa forma, torna-se mais natural e, eventualmente, mais efetivo, suportar em termos éticos, sociais e económicos a gestão sustentada dos ecossistemas e a conservação da biodiversidade. Torna também mais concreta a avaliação do estado dos ecossistemas e dos efeitos da sua degradação nas sociedades a partir dos serviços prestados e do seu valor. Os serviços de ecossistema são atualmente uma área de investigação e desenvolvimento em rápida expansão e a adesão aos conceitos e processos de avaliação dos serviços (Millenium Ecosystem Assessment, por exemplo) por parte tanto da comunidade científica, como das ONGs, das instituições governamentais e da indústria (florestal, nomeadamente) tem sido massiva.

## 2. SERVIÇOS DE PAISAGEM – O CASO DA REGULAÇÃO DO FOGO

A escala da paisagem está frequentemente presente na conceptualização de serviços de ecossistema. Determinadas funções e processos responsáveis pela oferta de serviços particulares são apenas concebíveis considerando uma escala espacial mais ampla e territórios ecologicamente heterogéneos. Um caso evidente é o do serviço cultural de apreciação estética de uma paisagem que depende de uma área considerável e heterogénea, pelo menos em relação a um fator ambiental, para a sua oferta. Os processos e serviços hidrológicos (por exemplo, produção de água, regulação da qualidade e da regularidade da água e conservação do solo) são abordados necessariamente à escala do ecossistema mas são apenas integralmente explicados e, por conseguinte, tratados como serviços, considerando o resultado desses processos ao nível de bacias hidrográficas, de várias ordens, onde habitualmente vários ecossistemas interagem. Outros serviços de ecossistema que dependem da escala da paisagem são os serviços de regulação de perturbações. Embora os processos responsáveis pela regulação de perturbações possam ser analisados à escala do ecossistema, eles dependem de processos que ocorrem a escalas espaciais mais amplas que incluem áreas heterogéneas, habitualmente designadas por paisagens (Forman, 1995). Por esse motivo, a escala da paisagem é essencial para abordar a regulação de processos como cheias, pragas florestais ou fogo (Coulson and Tchakerian, 2011).

Apesar da escala e do conceito de paisagem estarem presentes na análise dos serviços de ecossistema, ela raramente é considerada de forma implícita. Algumas exceções recentes têm vindo a destacar o papel das paisagens enquanto sistemas na abordagem

de processos, funções, serviços e valor. A paisagem é a entidade natural de integração de aspetos biofísicos e socioeconómicos e, por esse motivo, o sistema a considerar em planeamento e gestão do território (Matthews and Selman, 2006; Selman et al., 2006; Swanwick, 2009). A paisagem apresenta condições para assegurar o papel de conceito/escala unificadora de interesses de especialistas de diversas áreas científicas e proprietários e/ou utilizadores na definição de cenários e políticas de desenvolvimento multifuncional à escala local (Termorshuizen and Opdam, 2009; Willemen et al., 2010).

Considera-se frequentemente que a paisagem tem um papel determinante na regulação do regime do fogo, prestando dessa forma um serviço (benefício) à comunidade (de Guenni et al., 2005). A dimensão das áreas consumidas por um fogo, a periodicidade com que ocorre e a sua intensidade (libertação de energia) ou severidade (impacto ecológico) definem o regime do fogo. O regime do fogo, e por conseguinte a sua regulação, está relacionado com a combustibilidade de cada ecossistema particular, função da carga e arranjo estrutural do combustível, mas em grande medida com a composição (tipos e proporções dos ecossistemas presentes) e configuração da paisagem (números, dimensões, formas e arranjo espacial desses ecossistemas) que afetam o comportamento espacial do fogo. O efeito da estrutura da paisagem no fogo é tão importante que a modelação do seu comportamento considera necessariamente esta perspetiva (FARSITE e FlamMap, por exemplo; ver detalhes adiante). O fogo, por seu lado, altera a composição e configuração da paisagem (Viedma et al., 2006; Moreira et al., 2011). Paisagens humanizadas (culturais) apresentam um padrão espacial de usos do solo muito diversificado e de baixa resolução que condiciona a progressão do fogo (Figura 1). Por outro lado, paisagens culturais são caracterizadas por elevados números de ignições. Contudo, a dimensão das áreas ardidas é frequentemente pequena, em média, dadas as condições da paisagem para a ocorrência de fogos de grande escala serem limitadas.

Alterações na paisagem podem resultar na modificação do regime de fogo com efeitos nos serviços prestados (Moreira et al., 2011). As alterações em curso nas paisagens de regiões de montanha em Portugal têm efeitos potenciais nesses serviços, nomeadamente ao nível da biodiversidade, do valor cénico da paisagem e da regulação de perturbações (Aguiar et al., 2009). O serviço de regulação do fogo poderá ser severamente afetado nessas paisagens. Considerando, adicionalmente, os efeitos potenciais das alterações climáticas (modificações nos padrões de precipitação e de temperatura), as transformações do uso e coberto do solo em curso poderão ter efeitos muito relevantes neste serviço (de Guenni et al., 2005).

## 3. ALTERAÇÃO DA PAISAGEM EM TRÁS-OS-MONTES

Na região do Nordeste Transmontano, que corresponde, grosso modo, ao distrito de Bragança, têm-se observado vários episódios de emigração desde o início do Século XX. Emigração massiva para o Brasil entre 1900 e 1930 e para França nos finais dos anos 50, a par de migrações para as ex-colónias portuguesas em África, causaram uma redução



Figura 1. Em paisagens rurais a complexidade do padrão e da dinâmica interna afetam o comportamento do fogo e o seu regime. São Julião de Palácios, Bragança, Portugal.

significativa na população local, principalmente entre as gerações mais jovens. As causas deste abandono são diversas estando geralmente associadas ao subdesenvolvimento desta região do interior, à insustentabilidade do aumento da população desde finais do século XIX conducente à redução da produtividade e degradação dos sistemas naturais (Aguiar et al., 2009) e ao apelo das economias em rápido crescimento do Novo Mundo e do Velho Continente no pós-guerra. Eventos como a florestação dos baldios<sup>1</sup> a partir dos anos 30 terão acelerado estes processos demográficos. A escassez de solos agrícolas de qualidade, o acidentado do terreno e os reduzidos períodos de crescimento das culturas derivados do clima impediram a industrialização da agricultura contribuindo para o despovoamento da região. Mais recentemente, fluxos internos para o litoral, onde se situam os principais centros urbanos, industriais e comerciais do país, e do meio rural para os centros urbanos da região, onde a oferta de trabalho e condições de vida é, apesar de limitada, maior, aceleraram o processo geral de abandono.

No início do Século XXI os índices demográficos apontam para uma muito reduzida densidade populacional e elevado envelhecimento das populações rurais residentes no Nordeste (INE, 2011). Ao despovoamento correspondeu o abandono da atividade agrí-

<sup>1</sup> Baldios são áreas comunitárias geridas localmente e com expressão significativa nas montanhas do Norte de Portugal.

cola, com início nas áreas marginais, e a substituição das culturas temporárias por culturas permanentes. Estas alterações, com efeitos mais marcados na paisagem nos últimos 60 anos, afetam o seu padrão e funcionamento com efeitos potenciais sobre os serviços de ecossistema e paisagem.

A evolução da paisagem na região do Nordeste de Portugal encontra-se estudada de forma detalhada nas freguesias de França (Moreira et al., 2008; Azevedo et al., 2011) e Deilão (Moreira et al., 2008; Pinheiro, 2009; Magalhães, 2011; Pinheiro et al., 2011) (Figura 2). França (5700ha) é uma freguesia tipicamente de montanha com vastas áreas a elevada altitude (acima de 1000m; máximo 1481m) e vales profundos e encaixados. A precipitação média anual é superior a 1200mm (máximo 1600mm) e a temperatura média anual inferior a 8°C. Nesta freguesia dominam as condições biofísicas do maciço montanhoso da Serra de Montesinho, fortemente condicionantes da atividade agrícola (solos escassos e dispersos, relevo complexo, condições climáticas extremas e período de crescimento vegetativo muito curto). A população, repartida por 3 núcleos urbanos, é de 239 habitantes (4.2 hab./km<sup>2</sup>) (INE, 2011). Esta freguesia tem vindo a perder população desde 1960 quando registava 834 residentes. Na última década (2001-2011) perdeu 36 habitantes (13%) (INE, 2011).

A freguesia de Deilão (4200ha) localiza-se numa região planáltica entre os 600 e os 900m (máximo 958m) de altitude de relevo ondulado intercalado por vales encaixados. A precipitação média anual é de 732mm e a temperatura média anual de 12,2°C. Em Deilão as condições do relevo, dos solos e do clima são menos extremas que em França, apesar de marcadamente continentais. Nos três núcleos urbanos que constituem a freguesia, residem 168 habitantes (4 hab./km<sup>2</sup>), menos 51 habitantes que em 2001 (23%) (INE, 2011). As duas freguesias integram o Parque Natural de Montesinho (PNM) e a Rede Natura 2000 (União Europeia) (Figura 2).

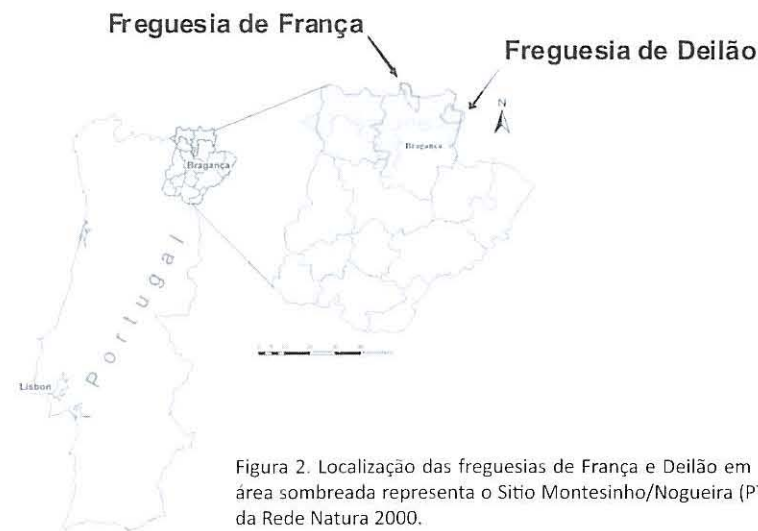


Figura 2. Localização das freguesias de França e Deilão em Portugal. A área sombreada representa o Sítio Montesinho/Nogueira (PTCON0002) da Rede Natura 2000.

O estudo das alterações do uso do solo entre 1958 e 2005/06, com base em fointerpretação de fotografia aérea histórica e atual, revelou alterações significativas na composição e configuração da paisagem destas freguesias. Observou-se em ambos os casos um decréscimo acentuado da área agrícola no período em estudo (Figura 3). Em França esta classe passou de 1174ha (22% da freguesia) em 1958 para 260ha (5%) em 2005 (redução de 77%). A estas alterações corresponde uma taxa de abandono de 19,5ha/ano. Em Deilão a área agrícola decresceu de 2228ha (53% da área da freguesia) para 1525ha (37%) no mesmo período (redução de 32%; 14,6 ha/ano). As florestas aumentaram de expressão. No caso de França, de 741ha (14% da freguesia) em 1958 para 1118ha (21%) em 2005 e em Deilão de 33ha em 1958 para 1354ha em 2006 (32% da área da freguesia) apesar de se ter observado um máximo absoluto em 1992 com 1635ha de floresta. As áreas de matos aumentaram ligeiramente em França (de 47% para 52.5% da freguesia) e decresceram de forma marcada em Deilão (46% para 30%).

Em França houve uma tendência para a substituição das áreas agrícolas por matos num curto espaço de tempo. As florestações foram feitas sobretudo em áreas de matos exceto no período mais recente em que ocuparam também áreas agrícolas. Transições entre áreas de matos e floresta foram muito irregulares devido à ocorrência de fogos e posterior reflorestação. Em Deilão as áreas agrícolas abandonadas foram ocupadas por matos ou por florestas. As florestas expandiram-se, no entanto, sobretudo à custa das áreas de matos. As florestações na área tiveram lugar principalmente entre 1980 e 1992 e entre 1992 e 2006.

As proporções das grandes classes de uso e coberto do solo na paisagem variaram de forma distinta nas duas freguesias. Em França, a paisagem foi dominada por matos desde o início do período em análise verificando-se mesmo um reforço no final desse período. Com o quase desaparecimento da agricultura e aumento das florestas, a paisagem é atualmente ocupada sobretudo por áreas de matos e florestas que representam um total de 73% da área da freguesia. No caso de Deilão, o desequilíbrio verificado em 1958 foi anulado observando-se em 2006 um equilíbrio das três principais classes (Figura 3).

A análise da configuração baseada em métricas (Tabela 1) indica uma redução da heterogeneidade da paisagem em França e um aumento em Deilão ao longo do período estudado. Em França decresceu o número de manchas e a métrica LPI (percentagem da paisagem ocupada pela mancha de maior dimensão entre todas as classes de uso do solo). As métricas de orla e forma das manchas apresentaram valores iniciais e finais praticamente iguais apesar da forte variação observada entre 1958 e 1993, período de marcada transição de áreas agrícolas para matos. A diversidade e equitabilidade decresceram. Métricas calculadas ao nível das classes individuais (não apresentadas neste trabalho) indicaram que florestas e áreas de matos se tornaram mais agregadas criando menos unidades mas de maior dimensão enquanto as áreas de agricultura se tornaram muito fragmentadas e localizadas nas proximidades de áreas urbanas e solos mais férteis (Azevedo et al., 2011).

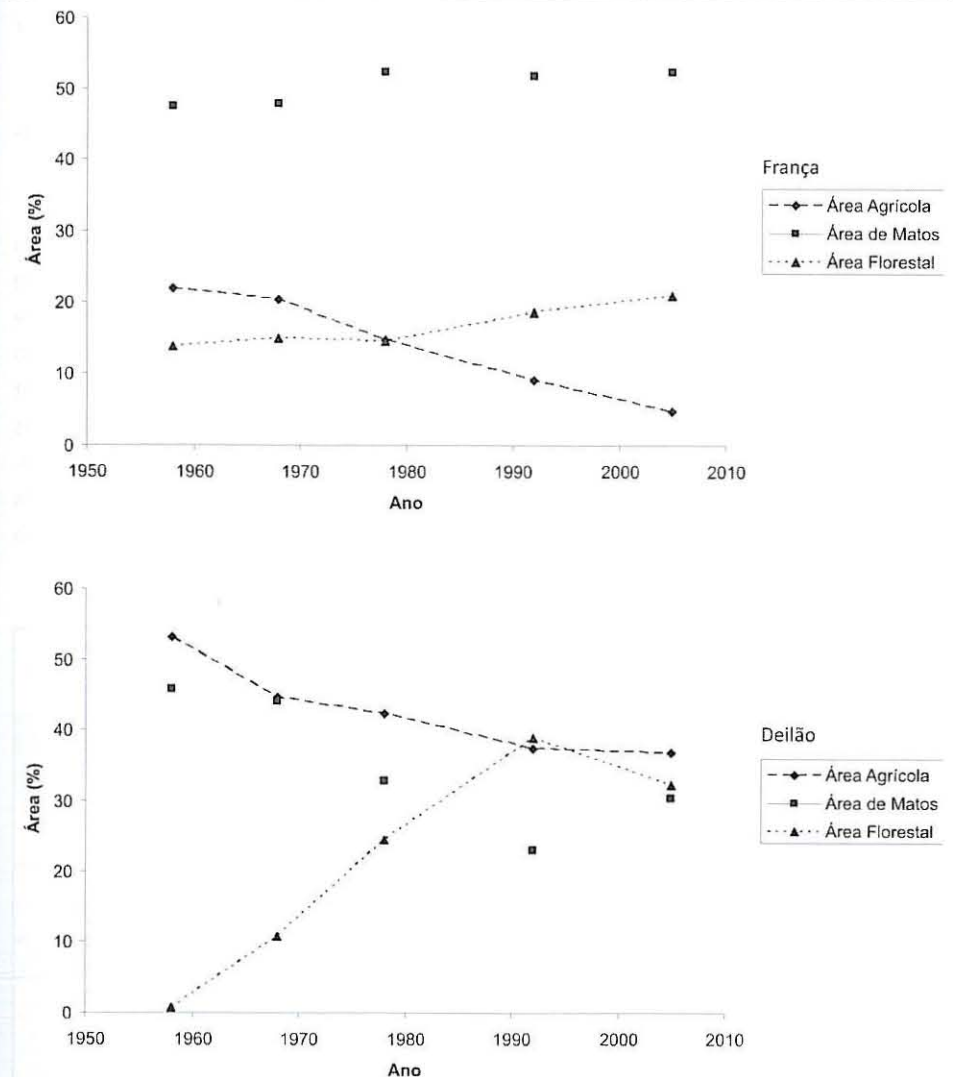


Figura 3. Variação das principais classes de uso/coberto do solo entre 1958 e 2005/6 nas freguesias de França e Deilão. Adaptado de Azevedo et al. (2011) e Pinheiro (2009).

Em Deilão observou-se um aumento nos índices de diversidade e equitabilidade (Tabela 1). Observou-se também um aumento acentuado do número de manchas, da extensão de orlas e a diminuição de LPI. As áreas florestal e de matos aumentaram em número de manchas enquanto que na área agrícola se registou um diminuição. Aumentou ainda a área média das manchas e as orlas da classe florestal diminuindo no caso da classe agrícola e matos. O índice LPI decresceu acentuadamente na área agrícola e de matos e aumentou na área de floresta.

As alterações registadas em França estão em concordância com as tendências observadas noutras partes da Europa (Zomeni et al., 2008). Por seu lado, as alterações

em curso em Deilão têm sido observadas em paisagens inicialmente simplificadas por dominância da atividade agrícola (Aranzabal et al., 2008).

#### 4. EFEITOS DA ALTERAÇÃO DA PAISAGEM NOS SERVIÇOS DE REGULAÇÃO DO FOGO

O serviço de regulação de perturbações como o fogo é essencialmente um serviço da paisagem. A alteração da composição e configuração da paisagem, através da alteração de condições de combustibilidade das unidades que a compõe e das relações espaciais entre essas unidades, afeta o comportamento do fogo. Os efeitos da alteração da paisagem no comportamento potencial do fogo foram estudados nas freguesias de França (Azevedo et al., 2011) e Deilão (Magalhães, 2011) com recurso a modelação e simulação com base nas condições do coberto vegetal nas duas áreas entre 1958 e 2005/06. Fixando os parâmetros meteorológicos e do terreno entre datas foi possível avaliar o efeito da alteração da composição e configuração da paisagem na dimensão das áreas ardidas e na intensidade potencial do fogo ao longo do período no qual se estudaram as alterações na paisagem.

Tabela 1. Métricas da paisagem avaliadas entre 1958 e 2005/6 para as freguesias de França e Deilão com base numa classificação genérica do uso e coberto do solo. Métricas calculadas com FRAGSTATS (McGarigal and Marks, 1995). Adaptado de Azevedo et al. (2011) e Pinheiro (2009).

Ano	1958	1968	1978	1992-3	2005-6
<b>Freguesia de França</b>					
Número de Manchas (número)	836	906	764	766	751
LPI (%)	23,9	14,6	19,1	14,9	15,7
Densidade de Orlas (m/100ha)	166,1	170,3	168,3	164,5	166,6
Índice de Forma (sem unidades)	30,4	31,2	30,8	30,1	30,5
Índice de Diversidade de Shannon (s/unidades)	1,3509	1,3477	1,3256	1,3662	1,3364
Índice de Diversidade de Simpson (s/unidades)	0,6880	0,6864	0,6607	0,6660	0,6551
Índice de Equitabilidade de Shannon (s/unidades)	0,7540	0,7522	0,7398	0,7021	0,6868
Índice de Equitabilidade de Simpson (s/unidades)	0,8256	0,8237	0,7929	0,7770	0,7643
<b>Freguesia de Deilão</b>					
Número de Manchas (número)	56	99	106	146	131
LPI (%)	48,9	39,4	32,1	26,6	24,7
Densidade de Orlas (m/100ha)	67,6	68,4	72,5	76,3	73,3
Índice de Forma (s/unidades)	10,9	12,5	13,4	13,9	13,3
Índice de Diversidade de Shannon (s/unidades)	0,7512	0,9845	1,097	1,0997	1,1237
Índice de Diversidade de Simpson (s/unidades)	0,5085	0,5948	0,6533	0,6544	0,6682
Índice de Equitabilidade de Shannon (s/unidades)	0,5419	0,7101	0,7913	0,7933	0,8106
Índice de Equitabilidade de Simpson (s/unidades)	0,678	0,7931	0,8711	0,8725	0,8909

LPI: percentagem da área ocupada pela mancha de maior dimensão. Índice de forma utilizado: LSI (McGarigal and Marks, 1995).

Azevedo et al. (2011) utilizaram como ferramentas de modelação FARSITE e FlamMap enquanto Magalhães (2011) utilizou FlamMap. FlamMap 3.0 (Finney, 2006) permitiu analisar espacialmente o comportamento potencial do fogo na totalidade da área de estudo em cada uma das datas em consideração, produzindo mapas de intensidade da frente de fogo, velocidade de propagação ou comprimento da chama. FARSITE (Finney, 1998) permitiu simular de forma espacialmente explícita a progressão do fogo no terreno a partir de ignições num conjunto de locais selecionados ao acaso e em períodos de tempo determinados.

Os resultados de FlamMap indicaram que, ao longo do período analisado, as áreas de Perigo de Incêndio mais elevado (EXTREMO: Intensidade da Frente de Fogo >10000 kW/m) aumentaram consideravelmente nas duas freguesias (Figura 4). No entanto, em França este aumento foi mais pronunciado. Para além do aumento da área total desta

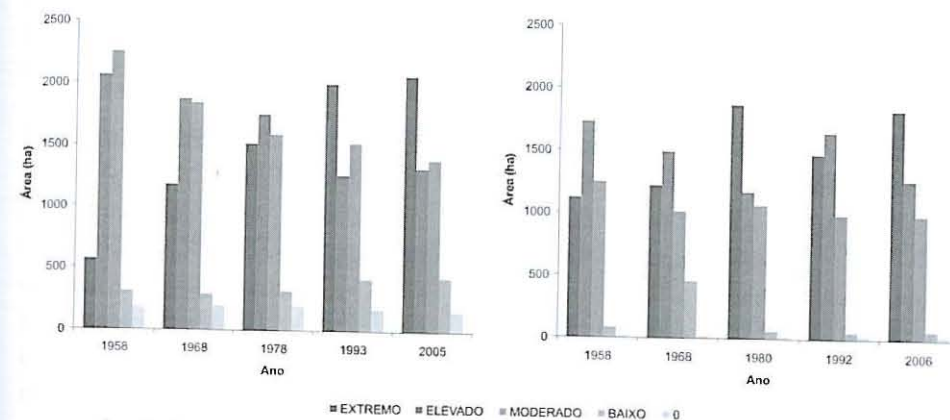


Figura 4. Área (ha) por classe de Perigo de Incêndio com base na Intensidade da Frente de Fogo (IFF) entre 1958 e 2005/2006 nas freguesias de França (Esquerda) e Deilão (Direita). Resultados de simulações em FARSITE (Finney, 1998) classificados nas seguintes Classes de Perigo de Incêndio (Alexander and Lanoville, 1989): BAIXO - IFF < 500kW/m; MODERADO - IFF de 500 a 2000 kW/m; ELEVADO - IFF de 2000 a 10000kW/m; EXTREMO - IFF >10000 kW/m.

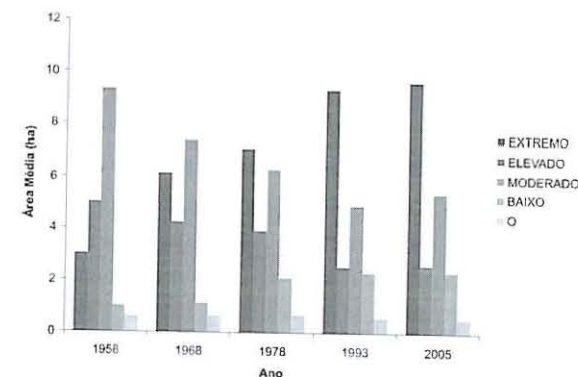


Figura 5. Área média (ha) por classe de Perigo de Incêndio com base na Intensidade da Frente de Fogo (IFF) entre 1958 e 2005/2006 nas freguesias de França. Resultados de simulações em FARSITE (Finney, 1998). Ver legenda da Figura 4 para detalhes sobre a classificação utilizada.

classe, verificou-se ainda um aumento da dimensão média das suas áreas individuais nas duas freguesias (Figura 5; Figura 6).

As simulações efetuadas com FARSITE indicaram que, de acordo com as condições da paisagem de França entre 1958 e 2005, houve uma tendência para os fogos se propagarem de forma cada vez mais rápida nas horas iniciais após a ignição. Isto foi particularmente evidente para as primeiras duas horas do fogo.

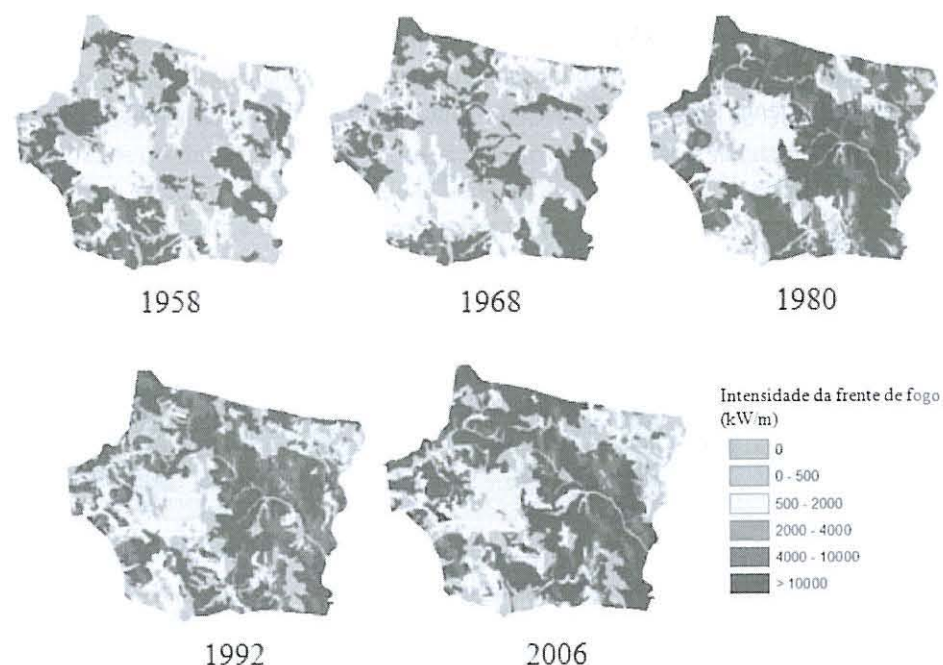


Figura 6. Evolução do perigo de incêndio na freguesia de Deilão entre 1958 e 2006 com base na Intensidade da Frente de Fogo. Resultados de simulações em FARSITE (Finney, 1998).

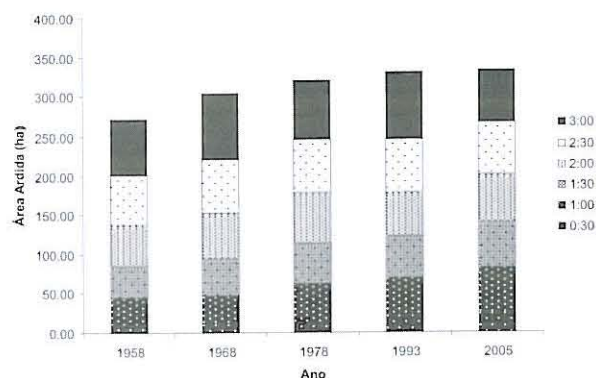


Figura 7. Contribuição média de cada intervalo de tempo para a área ardida durante período inicial de três horas na freguesia de França entre 1958 e 2005. Resultados de simulações em FlamMap (Finney, 2006) com base em 20 repetições.

Os resultados simplificados aqui apresentados indicam que as modificações sofridas pela paisagem ao longo dos últimos 50 anos favoreceram o surgimento de fogos mais intensos e em áreas progressivamente maiores. Estas variações devem-se sobretudo às alterações no uso e coberto do solo descritas inicialmente, simultaneamente em termos de composição e arranjo espacial. A ocorrência de ignições nas paisagens de França e Deilão tem associada uma probabilidade elevada de resultar em fogos catastróficos.

França é um caso extremo em termos de condições biofísicas e de história de ocupação do território. O padrão da paisagem de Deilão aproximou-se, no entanto, consideravelmente do de França no período estudado, sendo igualmente de prever nesta freguesia a ocorrência de eventos catastróficos mantendo-se o modelo de transição do uso do solo observado nas últimas décadas (Magalhães, 2011). Outra forma de abordar os resultados obtidos é considerar que o efeito de regulação do fogo na paisagem foi gradualmente reduzido ao longo do período estudado, através das alterações observadas na paisagem.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS: PAPEL DA GESTÃO NO FORNECIMENTO DE SERVIÇOS EM PAISAGENS CULTURAIS EM TRANSFORMAÇÃO

O conceito de serviço de ecossistema/paisagem é independente do grau de naturalidade dos ecossistemas/paisagens considerados. As paisagens culturais oferecem um conjunto de serviços de elevado valor que incluem principalmente serviços de aprovisionamento (alimentos, madeira, fibra, água, etc.) mas também serviços únicos que só paisagens humanizadas podem oferecer tais como a apreciação estética da paisagem, particularmente no caso de paisagens históricas. A oferta de serviços de paisagem é afetada pelas alterações da composição e configuração na paisagem resultantes de alterações de necessidades e interesses dos proprietários/usufruidores diretos o que, por sua vez, é função das condições socioeconómicas desse sistema e de outros funcionando a escalas mais amplas.

As alterações em curso nas freguesias de França e Deilão resultaram sobretudo do despovoamento destas áreas, por motivos diversos, com efeitos no abandono da atividade agricultura e da pastorícia em áreas marginais e a substituição de culturas temporárias por culturas perenes e de baixa manutenção como a floresta ou os pomares de castanheiro. Apesar do balanço destas alterações nos serviços de ecossistema e de paisagem ainda estar por realizar, são previsíveis determinadas tendências de modificações. Preveem-se naturais reduções nos serviços de produção de alimentos. A diversidade genética sofrerá perdas que podem ser significativas uma vez que o despovoamento abandona parte ou a totalidade das raças e cultivares desenvolvidas localmente e utilizadas para fins alimentares, medicinais, artísticos e outros. Paralelamente, desaparecerá o conhecimento e a cultura do uso desta biodiversidade (Frazão-Moreira et al., 2007). A diversidade de ecossistemas será também reduzida por eliminação de muitos tipos de agroecossistemas na paisagem e dominância de matos e floresta. Os efeitos sobre a diversidade de espécies podem ser mistos com o favorecimento das espécies da fauna de maior porte e das espécies associadas a

habitats sem perturbações e a degradação de condições de habitat de espécies associadas a paisagens perturbadas e muito heterogêneas (Aguiar et al., 2009). Pode esperar-se ainda que a qualidade e a regularidade da oferta de água superficial aumentem mas diminuirá a sua quantidade ao nível das bacias hidrográficas. Os serviços de regulação da composição da atmosfera e do clima através da fixação de dióxido de carbono pela paisagem aumentam de importância (Pinheiro et al., 2011). Pelo exposto nas secções anteriores, o serviço de regulação do fogo pela paisagem sofrerá efeitos consideráveis com a evolução da paisagem para condições que favorecem fogos de grande dimensão e intensidade.

Neste contexto, algumas questões relevantes podem ser colocadas. A primeira é a da definição dos serviços que no futuro se pretende que estas paisagens assegurem. Esta é uma questão central em planeamento e gestão da paisagem (Swanwick, 2009). É particularmente relevante em modelos de governação descentralizados e participativos, da base para o topo (*bottom-up*) na medida em que permite definir um sistema de referência com base nas necessidades e interesses dos agentes envolvidos diretamente na paisagem (Termorshuizen and Opdam, 2009). No entanto, nesta e noutras áreas protegidas e classificadas do país, o modelo de governação é essencialmente *top-down*. Pelo estatuto de conservação e pelos objetivos do ordenamento em vigor na área protegida em que as áreas de estudo se situam (ICN, 2007a, b), o principal serviço que se espera garantir é o do suporte de biodiversidade, a todos os níveis.

O modelo de conservação preconizado para uma área protegida da categoria Parque Natural subentende, no entanto, a manutenção de níveis elevados de perturbação de origem antrópica nos ecossistemas e na paisagem e a classificação destas áreas de acordo com a Directivas Aves e Habitats (Rede Natura 2000) não impede que estes níveis de perturbação se mantenham. Nos instrumentos de planeamento e ordenamento em vigor preconiza-se um modelo de desenvolvimento sustentável baseado na conservação e nas atividades económicas compatíveis, geralmente as desenvolvidas de forma tradicional ou com baixo nível de impacto. Desta forma, a conservação não é serviço exclusivo da área e outros serviços podem/devem ser equacionados no âmbito do desenvolvimento desta região (Tabela 2).

Os serviços referidos assentam em três pilares fundamentais: biodiversidade, riqueza paisagística<sup>2</sup> e comunidades humanas<sup>3</sup>. Como resultado das alterações em curso os serviços de ecossistema e paisagem podem ser comprometidos pelo despovoamento/abandono, principalmente através de perdas de biodiversidade (ao nível genético, específico e da paisagem), do património cultural (sobretudo imaterial) e de alterações

<sup>2</sup> “A riqueza natural e paisagística do maciço montanhoso Montezinho-Coroa e os valiosos elementos culturais das comunidades humanas que ali se estabeleceram justificam que urgentemente se iniciem ações com vista à salvaguarda do património e à animação sócio-cultural das populações.” (Preâmbulo do Decreto-Lei n.º 355/79 de 30 de Agosto, relativo à criação do Parque Natural de Montesinho).

<sup>3</sup> “A instituição de um parque natural capaz de mobilizar as populações, levando-as a participar na procura de soluções, na pesquisa de formas de relançamento das suas economias tradicionais e da dignificação da sua cultura, apresenta-se como o processo mais aconselhado” (Preâmbulo do Decreto-Lei n.º 355/79 de 30 de Agosto, relativo à criação do Parque Natural de Montesinho).

na paisagem conducentes à alteração do regime do fogo. A presença humana é, assim, fundamental para assegurar os serviços que atualmente se esperam desta paisagem. No entanto, esta presença tem vindo a ser reduzida desde os anos 60 do século passado e as perspetivas de manutenção são reduzidas. Apesar disso, o ordenamento e gestão da área protegida (com um horizonte temporal de algumas décadas) continua a assentar no padrão paisagístico dos anos 70, com base no qual foi estabelecida, e nos níveis de povoamento existentes antes desse período.

As soluções para este paradoxo não são lineares. Consideramos duas possíveis alternativas extremas para a futura gestão destes territórios: i) alteração dos objetivos da área protegida e ii) alteração da gestão da área protegida. A alteração dos objetivos permitiria assumir e enquadrar as alterações em curso no planeamento e gestão da área. Permitiria rever, de forma mais realística, os serviços esperados para os ecossistemas e da paisagem desta área, preferencialmente com a participação dos utilizadores locais. Permitiria também assumir inevitáveis efeitos negativos nalguns serviços relevantes para a sociedade, nomeadamente os culturais. Esta alternativa levaria, eventualmente, à reclassificação da área com possíveis impactos negativos na economia e demografia locais. A segunda alternativa consiste em modificar a gestão da área utilizando modelos e práticas que substituam a presença humana. Trata-se de definir práticas que imitem, em intensidade, área e configuração, perturbações antrópicas. Ao nível de alguns ecossistemas, particularmente dos agroecossistemas, não há substituições possíveis. No entanto, ao nível de outros ecossistemas e da paisagem, é possível, quer através de meios

Tabela 2. Principais serviços de ecossistema/paisagem nos territórios de França e Deilão. Adaptado de (Aguiar et al., 2009) com base nas classificações de (Hassan et al., 2005) e (Pereira et al., 2009).

Classificação	Serviço de ecossistema/paisagem
Produção	Produção de alimentos (incluindo cogumelos, caça e pesca)
	Produção de materiais lenhosos
	Produção de alimentos animais
	Produção de água
Regulação	Regulação climática
	Regulação da composição da atmosfera
	Regulação de processos hidrológicos
	Regulação do fogo
Cultural	Atividades de recreação e turismo
	Manutenção do saber ecológico tradicional
	Apreciação visual, espiritual, emocional
Suporte	Formação e retenção do solo
	Ciclo de nutrientes
	Sequestro de carbono
	Refúgio de biodiversidade

mecânicos quer do fogo, mimetizar um conjunto de perturbações com um resultado que se pode aproximar da estrutura da paisagem humanizada, da mesma forma que se gerem áreas naturais tendo como referência regimes naturais de perturbação (DeLong and Tanner, 1996; Perera et al., 2004). Esta alternativa carece, no entanto, de sentido (porquê manter uma paisagem com características de paisagem cultural não sendo, de facto, humanizada?). Por outro lado, a manutenção deste tipo de práticas para garantir os resultados desejáveis tem encargos previsivelmente muito elevados o que por si só inviabilizaria a utilização de um modelo inteiramente assente nesta alternativa.

Considera-se, contudo, de forma mais realista, que possa existir sempre algum nível de presença humana neste território (ligado ao turismo ou por via de regresso ao campo das pessoas, por exemplo). Considera-se, por outro lado, que alterações na gestão atual dos ecossistemas e da paisagem a par duma presença humana residual poderão justificar e permitir manter o carácter humanizado da paisagem (não o dos anos 70 mas algo mais parecido com a situação atual) e os serviços associados. Neste contexto, serão prioritárias medidas que contribuam para o aumento do serviço de regulação do fogo.

Para que tal aconteça, terão que ser feitas modificações importantes quer ao nível dos objetivos e paradigma quer das medidas a adotar na gestão dos ecossistemas e da paisagem. Atividades com interferência na estrutura dos ecossistemas e da paisagem devem, individualmente ou de forma combinada, contribuir para a manutenção da heterogeneidade na paisagem que garanta o serviço de regulação de perturbações, nomeadamente nas áreas do planeamento e ordenamento florestal, ordenamento cinegético e aquícola e do planeamento da prevenção e combate aos fogos florestais. O fogo, enquanto ferramenta de gestão, deverá sempre ter um papel fundamental a desempenhar na criação e manutenção de heterogeneidade na paisagem que, de outra forma, tenderá para a total homogeneização (Moreira et al., 2011).

## 6. LITERATURA

- Aguiar, C., Rodrigues, O., Azevedo, J., Domingos, T., 2009. Montanha. In: Pereira, H.M., Domingos, T., Vicente, L., Proença, V. (Eds.), *Ecossistemas e Bem-Estar Humano. Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment*. Escolar Editora, Lisboa, pp. 295-339.
- Alexander, M.E., Lanoville, R.A., 1989. Predicting Fire Behavior in the Black Spruce-Lichen Woodland Fuel Type of Western and Northern Canada. In: *For. Can., North. For. Cent., Edmonton, Alberta, and Gov. Northwest Territ., Dep. Renewable Resour., Territ. For. Fire Cent., Fort Smith, Northwest Territories*.
- Aranzabal, I., Schmitz, M.F., Aquilera, P., Pineda, F.D., 2008. Modelling of landscape changes derived from the dynamics of socio-ecological systems - A case of study in a semiarid Mediterranean landscape. *Ecol. Indic.* 8, 672-685.
- Azevedo, J.C., Moreira, C., Castro, J.P., Loureiro, C., 2011. Agriculture abandonment, land-use change and fire hazard in mountain landscapes in Northeastern Portugal.

- In: Li, C., Laforteza, R., Chen, J. (Eds.), *Landscape Ecology in Forest Management and Conservation: Challenges and Solutions for Global Change*. HEP-Springer, Beijing, pp. 329-351.
- Costanza, R., d'Arge, R., deGroot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., Oneill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., vandenBelt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253-260.
- Coulson, R.N., Tchakerian, M.D., 2011. *Basic Landscape Ecology*. KEL, College Station, TX.
- de Groot, R.S., 1987. Environmental Functions as a Unifying Concept for Ecology and Economics. *Environmentalist* 7, 105-109.
- de Groot, R.S., Wilson, M.A., Boumans, R.M.J., 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecol. Econ.* 41, 393-408.
- de Guenni, L.B., Cardoso, M., Goldammer, J., Hurtt, G., Mata, L.J., 2005. Regulation of Natural Hazards: Floods and fires. Chap. 16. In: Hassan, R., Scholes, R., Ash, N. (Eds.), *Ecosystems and human well-being. Current state and trends assessment*. Island Press, Washington, DC., pp. 441-454.
- DeLong, S.C., Tanner, D., 1996. Managing the pattern of forest harvest: Lessons from wildfire. *Biodivers. Conserv.* 5, 1191-1205.
- Finney, M.A., 1998. FARSITE: Fire Area Simulator - Model development and evaluation. *Usda Forest Service Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station Research Paper*, 1-+.
- Finney, M.A., 2006. An Overview of FlamMap Fire Modeling Capabilities. In: Andrews, P.L., Butler, B.W. (Eds.), *Fuels Management - How to Measure Success*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Portland, OR., pp. 213-220.
- Forman, R.T.T., 1995. *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Frazão-Moreira, A., Carvalho, A.M., Martins, M.E., 2007. Conocimientos acerca de plantas en la nueva ruralidad. Cambio social y agro ecología en el Parque Natural de Montesinho (Portugal). *periféria*, 1-15.
- Hassan, R., Scholes, R., Ash, N., 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends*. Island Press, Washington, DC.
- ICN, 2007a. Plano de Ordenamento do Parque Natural de Montesinho - Regulamento. In: *Instituto da Conservação da Natureza, Bragança*, p. 56.
- ICN, 2007b. Plano de Ordenamento do Parque Natural de Montesinho - Relatório. In: *Instituto da Conservação da Natureza, Bragança*, p. 56.
- INE, 2011. Censos 2011 - Resultados Preliminares. In: *Instituto Nacional de Estatística, Lisboa*, p. 233.
- Magalhães, S.R., 2011. Análise do comportamento do fogo em diferentes períodos e configurações da paisagem da freguesia de Deilão - Portugal. In: *Departamento Florestal. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa*, p. 58.

- Matthews, R., Selman, P., 2006. Landscape as a focus for integrating human and environmental processes. *J. Agric. Econ.* 57, 199-212.
- McGarigal, K., Marks, B.J., 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. In: Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station., p. 122 p.
- Moreira, C., Castro, J., Azevedo, J., 2008. Landscape change in a mountainous area in Northeastern Portugal: implications for management. In: Panagopoulos, T., Burley, J.B., Celikyay, S. (Eds.), *New aspects of urban planning and transportation: proceedings of the 12 WSEAS international conference on urban planning and transportation*. WSEAS Press, pp. 122-126.
- Moreira, F., Viedma, O., Arianoutsou, M., Curt, T., Koutsias, N., Rigolot, E., Barbati, A., Corona, P., Vaz, P., Xanthopoulos, G., Mouillot, F., Bilgili, E., 2011. Landscape - wildfire interactions in southern Europe: Implications for landscape management. *J. Environ. Manage.* 92, 2389-2402.
- Pereira, H.M., Domingos, T., Vicente, L., Proença, V., 2009. *Ecosistemas e Bem-Estar Humano. Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment*. Escolar Editora, Lisboa.
- Perera, A.H., Buse, L.J., Weber, M.G. (Eds.), 2004. *Emulating Natural Forest Landscape Disturbances*. COLUMBIA UNIVERSITY PRESS, New York.
- Pinheiro, H., Castro, J.P.M., Azevedo, J.C., 2011. Alterações na paisagem e sequestro de carbono na freguesia de Deilão, Nordeste de Portugal. Submitted, 19.
- Pinheiro, H.M.P., 2009. Alteração do uso do solo e stocks de carbono na freguesia de Deilão, Bragança. In: *Escola Superior Agrária. Instituto Politécnico de Bragança, Bragança*, p. 59.
- Selman, Paul, Knight, Melanie, 2006. On the nature of virtuous change in cultural landscapes: Exploring sustainability through qualitative models. *Landscape Research* 31, 295-307.
- Swanwick, C., 2009. Landscape as an integrating framework for upland management. In: Aletta Bonn, T.A., Klaus Hubacek, Jon Stewart (Ed.), *Drivers of Environmental Change in Uplands*. Routledge, London, pp. 339-357.
- Termorshuizen, J., Opdam, P., 2009. Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development. *Landsc. Ecol.* 24, 1037-1052.
- Viedma, O., Moreno, J.M., Rieiro, I., 2006. Interactions between land use/land cover change, forest fires and landscape structure in Sierra de Gredos (Central Spain). *Environ. Conserv.* 33, 212-222.
- Willemen, L., Hein, L., Verburg, P.H., 2010. Evaluating the impact of regional development policies on future landscape services. *Ecol. Econ.* 69, 2244-2254.
- Zomeni, M., Tzanopoulos, J., Pantis, J.D., 2008. Historical analysis of landscape change using remote sensing techniques: An explanatory tool for agricultural transformation in Greek rural areas. *Landscape and Urban Planning* 86, 38-46.