



Revista Portuguesa de Estudos  
Regionais

E-ISSN: 1645-586X

rper.geral@gmail.com

Associação Portuguesa para o  
Desenvolvimento Regional  
Portugal

Marques Duarte, Inês; Castro Rego, Francisco; Cancela da Fonseca, Luis  
Avaliação da regeneração da paisagem após incêndio de 2004 na serra do caldeirão  
Revista Portuguesa de Estudos Regionais, núm. 20, 2009, pp. 41-60  
Associação Portuguesa para o Desenvolvimento Regional  
Angra do Heroísmo, Portugal

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=514351895004>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# AVALIAÇÃO DA REGENERAÇÃO DA PAISAGEM APÓS INCÊNDIO DE 2004 NA SERRA DO CALDEIRÃO

**Inês Marques Duarte** - Centro de Investigação em Ciências do Ambiente e Empresariais -

- Instituto Superior D. Afonso III - E-mail: inesmarquesduarte@gmail.com

**Francisco Castro Rego** - Instituto Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa

**Luís Cancela da Fonseca** - Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente - Universidade do Algarve

Laboratório Marítimo da Guia/Centro de Oceanografia (FCUL)

## RESUMO:

A Serra do Caldeirão localiza-se no Sul de Portugal Continental. Apresenta um elevado valor económico e ecológico. Foi sujeita a intensa degradação de solo no último século. Recentemente foi também sujeita a fogos florestais intensos.

No presente estudo foi avaliada a regeneração de uma área ardida em 2004. Caracterizaram-se os factores intrínsecos à paisagem, os factores antrópicos presentes, e a regeneração da vegetação, um ano e meio após o fogo. Foram identificadas conexões com a exposição solar e nível de degradação do sistema. Por regra, os sistemas mais maduros e diversificados apresentaram uma recuperação mais rápida e evidente. Os sistemas com maior exposição a factores de stress, ou já empobrecidos apresentaram alguma dificuldade de regeneração. Apesar da resiliência do sobreiral, a sua capacidade de regeneração pode estar comprometida, caso se verifiquem as tendências associadas ao aquecimento global.

**Palavras-chave:** Fogo, regeneração, paisagem, sobreiral, Serra do Caldeirão

**Códigos JEL:** Q5

## ABSTRACT:

Serra do Caldeirão is located in the south of Portugal. Has a high economic and ecological value. In the last century, it was occur to severe degradation of soil. Recently it was also subject to intense forest fires

In the present study we evaluated the regeneration of a burnt on 2004 area. We characterized landscape intrinsic factors, present anthropogenic factors and the vegetation regeneration level, one year and a half after the fire. We identified connections with sun exposure and level of system degradation. Different responses were identified, related to sun exposure and degradation level of the system. The mature and diversified systems showed an obvious and faster recovery. Systems with greater exposure to stress factors, impoverished, have had a more difficult regeneration. Although the characteristics of strong resilience of the cork oak to fire, the regeneration capacity may be compromised, knowing the trends associated with global warming.

**Key Words:** Fire, regeneration, landscape, Cork Oak Forest, Serra do Caldeirão

**JEL codes:** Q5





## 1. INTRODUÇÃO

A paisagem mediterrânea é fortemente marcada pela presença e gestão humana. A quase totalidade do território da bacia mediterrânea encontra-se intervencionada, humanizada, gerida, desde há séculos (Saraiva, 2007).

No século passado, o desenvolvimento da máquina e o crescimento populacional levou inicialmente ao alargamento da área agrícola (Ribeiro, 1991), posteriormente ao aumento da área florestal, e já no fim do século, dada a tendência socioeconómica no interior do país que potenciou o abandono, ocorreu um aumento da área de matos (Sequeira, 2001).

Em Portugal, a campanha do trigo no último século, foi determinante para a perda da fertilidade dos solos. O território foi incessantemente utilizado para sementeiras, ficando exposto no final de cada colheita, à acção dos agentes erosivos, que em situações declivosas transportaram o material tanto orgânico como mineral até às linhas de drenagem natural, sendo por estas encaminhado para linhas de água de maior dimensão. Esta perda de solo originou assim a deposição de sedimentos no leito e foz dos rios, assoreados desta forma, causando distúrbios no equilíbrio funcional destes elementos.

De facto, esta perda de solo corresponde a um processo de desertificação. A respeito dos efeitos da Campanha do Trigo, Sequeira (2001) refere que não só os solos perderam fertilidade e portanto capacidade de suporte dos ecossistemas de que representam o nível minerotrófico, como perderam em grande parte a capacidade regularizadora do ciclo hidrológico, condicionante da qualidade e da quantidade de água disponível.

Sendo o solo o suporte do sistema integrado do sobreiral, a sua degradação conduz à deterioração de todas as restantes componentes que dele provêm e que são interdependentes entre si, desde o subcoberto, aos elementos de suporte arbóreos e à componente animal e fúngica.

Vallejo e Alloza (2004) consideram à partida os incêndios florestais como uma das causas dos processos de desertificação. O efeito do fogo, aumenta as dificuldades de regeneração da vegetação por limitações hídricas e impacto potencial de chuvas torrenciais, sendo necessária a intervenção humana tanto para a prevenção como para a restauração de zonas queimadas.

Eugene Odum (1971) vê o fogo como factor ecológico, ao qual as comunidades bióticas se adaptam e se compensam como o fazem relativamente a outros factores como à temperatura ou à água. Considera ainda que o fogo, quando convenientemente utilizado, é um elemento, não apenas de manejo, mas também ecológico de grande valor.

Trabaud e Galtié (1996) identificaram alterações na composição do coberto devido à acção de fogos florestais sucessivos, no sentido da diminuição da área florestada em favor da área de matos. De acordo com estes autores, a menor frequência de ocorrência de fogos, induz a maior e mais complexa heterogeneidade e melhor diversidade de paisagem.

É inegável que o fogo seja um factor de instabilidade que faz reiniciar o processo evolutivo natural, na área afectada. Numa visão alargada será um elemento de diversidade de habitat e de paisagem, que permite a permanência de um conjunto de biótopos com ciclos de desenvolvimento distintos. Desta forma a diversidade de espaços albergará maior diversidade de espécies, garantindo a respectiva subsistência por maior período de tempo.

De acordo com os cenários de alterações climáticas resultantes da investigação recente (Santos *et al.*, 2002), a ocorrência de fogo continuará presente nestes sistemas e com maior frequência e maior período de ocorrência. É estimada uma tendência clara para o aumento do risco de ocorrência de fogos florestais. Os recursos de água e de solo poderão ser gravemente afectados (Bates *et al.*, 2008) e a bacia de retenção de carbono potencial pode diminuir fortemente no futuro regime de fogos.

O aumento da dimensão dos incêndios florestais relaciona-se também com a continuidade da camada combustível, quer por origem da existência de matos em campos abandonados, quer pela plantação de extensas áreas florestais (Duarte *et al.*, 2004; e.g. Rego *et al.*, 2001).

A resiliência de um ecossistema mede-se pela sua capacidade de resposta ao fenómeno de perturbação (Vallejo e Alloza, 2004), neste caso o fogo. As diferentes estratégias reprodutivas originam diferentes velocidades de resposta, imediatamente após o fogo. A avaliação de uma área de acordo com a percentagem de superfície ocupada por espécies rebrotadoras e germinadoras, permite perceber a velocidade de regeneração que irá surgir. Isto porque, a regeneração pós fogo é distinta entre estes dois tipos de vegetação (Pausas, 2004). As espécies rebrotadoras representam uma rápida cobertura de solo após o incêndio sendo o medronheiro e a urze exemplos característicos do interior algarvio. A segunda, germinadora, investe num banco de sementes, cuja germinação é activada pelo fogo, como é o caso da esteva e do tojo.

No contexto da regeneração da paisagem após o grande incêndio ocorrido na Serra do Caldeirão, este estudo teve os seguintes objectivos:

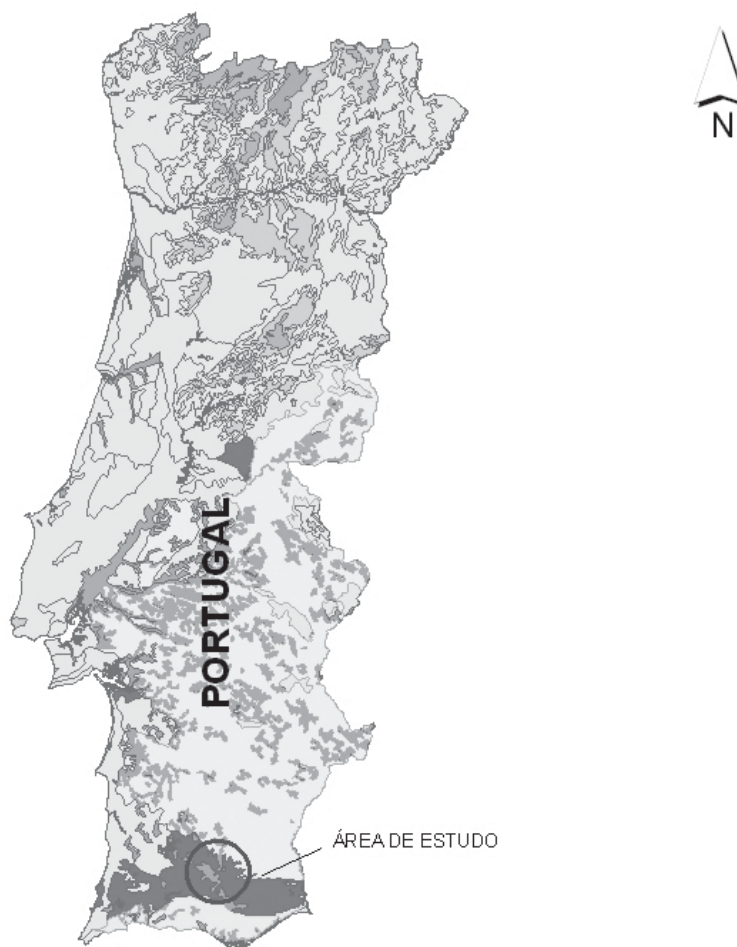
1. Caracterização da área ardida da Serra do Caldeirão quanto a factores intrínsecos à paisagem (Situação fisiográfica, dominância vegetal, proximidade de água);
2. Caracterização dessa área quanto à presença de factores antrópicos (medidas de gestão, factores de perturbação de origem recreativa, proximidade de povoações);
3. Avaliar a paisagem quanto à sua resposta ao fogo e quanto ao seu potencial de regeneração natural, um ano e meio após o incêndio de 2004;
4. Aferir a existência de relações entre o estado regenerativo ou degradativo dos locais estudados e as suas características tanto intrínsecas como antrópicas;
5. Identificar as diversas tendências de regeneração ou degradação da paisagem e relacioná-las com os factores estudados nos pontos anteriores.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Serra do Caldeirão situa-se no Sul do país, encontrando-se limitada a Norte pela área de transição para a região de barros e pré-barros de Beja, a Este pelo Rio Guadiana, a Oeste pela Serra de Monchique e a Sul pelo Barrocal Algarvio.



FIGURA 1  
Localização da área de estudo em Portugal Continental



Em termos geológicos, a Serra do Caldeirão é constituída por formações sedimentares e metamórficas sendo os seus solos datados do Carbónico Marinho e do Devónico.

A maior parte da área apresenta solos incipientes, litossolos dos climas de regime xérico, de xistos ou grauvaques, concretamente, litossolos eutrícos, caracterizados como solos esqueléticos, pouco férteis, com pouca presença de matéria orgânica e baixo teor em nutrientes.

A Carta de capacidade de uso do solo classifica a área de estudo genericamente como classe E, que apresenta elevado risco de erosão e severas limitações, sendo uma classe inadequada à utilização agrícola e também à instalação de pastagens.

A pluviosidade média anual nesta área, para um período de 30 anos, compreendido entre 1961-1990, registado no posto udométrico do Barranco do Velho, é de 983,8mm, que se distribuem maioritariamente pelos meses de Janeiro, Fevereiro, Outubro, Novembro e Dezembro, cuja precipitação média mensal é superior a 100mm/

m<sup>2</sup>. Por outro lado, ocorre anualmente um período muito seco em que a pluviosidade média mensal é inferior a 25 mm/m<sup>2</sup>, sendo os meses mais críticos Julho e Agosto (inferior a 5 mm/m<sup>2</sup>). Esta é uma região de ocorrência de chuvas torrenciais que, associadas à tendência para erosão de solos por escoamento superficial, criam um cenário crítico no que se refere à erosão. O Programa de Acção Nacional de Combate à Desertificação – PANCD (2003) caracteriza a área de estudo como de clima sub-húmido seco, encontrando-se nesta área dois tipos de susceptibilidade à erosão - moderada e alta (PROTAL, 2007).

O relevo da Serra do Caldeirão é marcadamente acentuado, variando entre as cotas de 150 m e 598 m (cota mais elevada). Toda esta serra corresponde às cotas mais elevadas da região, verificando-se uma descida em direcção ao Litoral e uma subida em direcção à Serra de Monchique (Oeste).

Relativamente à evolução histórica da ocupação deste território, segundo Fraga da Silva (2002), no Alto Império do período romano, a Serra do Caldeirão era densamente florestada por diversas espécies do género *Quercus*, não tendo o sobreiro (*Q. suber*) a dominância actual e sendo comuns também os castanheiros. É possível que existissem algumas manchas, em zonas mais húmidas, cujos vestígios sobreviveram até à actualidade. Milénios de agricultura rudimentar de roça e queimada dizimaram a floresta ancestral, quase completamente.

Mais próximo dos nossos séculos e de acordo com o relatório de 1868 acerca da “Arborização Geral do Paíz” (in Oliveira e Palma, 2003) a Serra estava à data, coberta por 80 a 90% de matos, onde o esteval dominava. Apenas na envolvente às aldeias as terras se encontravam permanentemente cultivadas. Noutros casos praticava-se uma cultura itinerante, em que os matos eram desbravados manualmente ou através do fogo, para se instalar trigo, no primeiro caso e centeio ou aveia no segundo.

Ao longo do último século, a paisagem alterou-se significativamente, contribuindo assim para as características particulares que a Serra apresenta actualmente. Com o início da “Campanha do Trigo” nesta região em 1929, foram plantadas grandes extensões de trigo, em todos os terrenos possíveis. Sabe-se que na época, em Barranco do Velho o trigo coexistiu com os Sobreiros, predominando o montado de sobro, contribuindo deste modo para o maior rendimento das populações locais (Santos, 1932, in Pereira, 2004). Outras localidades mantiveram o coberto florestal, maioritariamente constituído por sobreiros, o que contribuiu para os cerca de 10% de floresta que ocupava a serra. Já nessa altura a cortiça era um dos produtos de maior rendimento para a população local, aumentando o rendimento das famílias, juntamente com as sementeiras e o gado.

A desarborização e as campanhas de produção de cereal originaram o arroteamento de encostas declivosas e de solos pobres. A partir de 1934, os solos começaram a perder fertilidade, a erosão tornou-se imparável, assistindo-se a uma elevada quebra na produção de cereais (Oliveira e Palma, 2003). A erosão verificou-se não só nas áreas inclinadas e menos protegidas pelo coberto vegetal, como nas margens e leitos de linhas de água, destruídos pelo arrastamento de sedimentos e assoreamento.

As populações locais resistiram às dificuldades até ao início dos anos 60 mas, a partir dessa data, iniciou-se o processo de despovoamento na região através da emigração (Pereira, 2004). A população decresceu acentuadamente. O abandono das propriedades por falta de produtividade e o decréscimo da mão-de-obra contribuíram para a transformação da paisagem. Os campos agrícolas, abandonados, foram povoados por mato. Mais recentemente foram tomadas iniciativas de arborização e as extensas áreas agrícolas reduziram-se a pequenas hortas.



### 3- METODOLOGIA

#### 3.1 ÁREA AMOSTRADA

A área amostrada corresponde concretamente à área afectada pelo incêndio que ocorreu no ano de 2004 e foi alvo de um estudo que teve em vista a identificação dos factores que influenciaram a sobrevivência pós-fogo do sobreiro na Serra do Caldeirão, elaborado pela equipa do Centro de Ecologia Aplicada Professor Baeta Neves (Moreira *et al.*, 2006). Conforme é referido no mesmo, foi adoptado um sistema de amostragem baseado em parcelas circulares com 50 m de raio (7850m<sup>2</sup>) distribuídas por essa área. Assim, com base numa quadrícula de 1km sobreposta à área ardida, identificaram-se os centróides e criaram-se buffers de 50m em trono de cada um dos pontos. Em seguida, seleccionaram-se destes os que correspondiam a locais efectivamente ardidos. Sobre uma base digital, com uma cobertura aerofotográfica (2002) e auxílio de cartas militares, seleccionaram-se, de entre as parcelas, aquelas que correspondiam aos seguintes requisitos: conter 30 sobreiros no raio de 50 m; conter

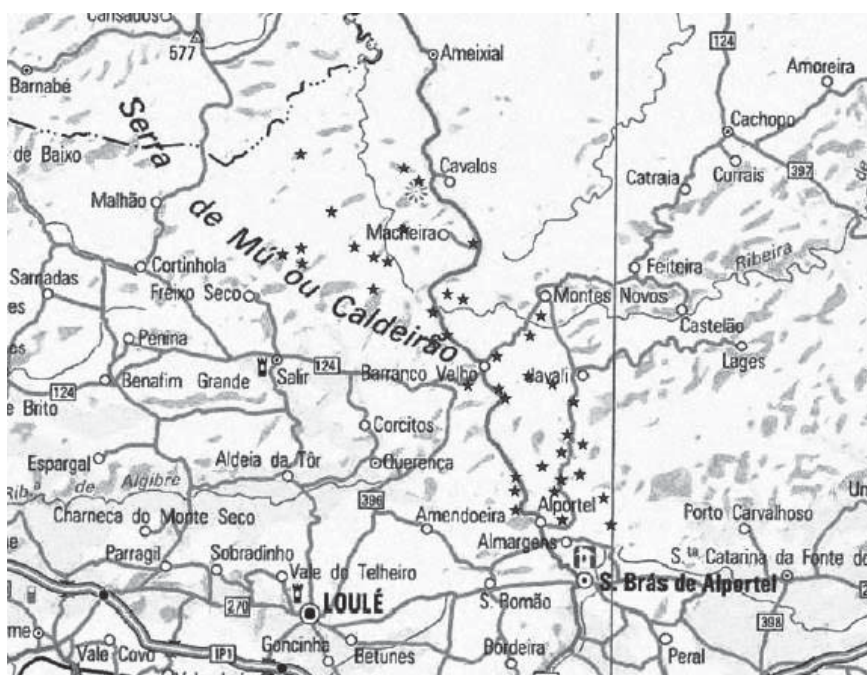
um ponto de referência facilmente identificável tanto no ortofotomapa como no terreno; ser acessível por caminho ou estrada, não sendo no entanto atravessada por estes; apresentar coberto vegetal relativamente homogéneo (Moreira *et al.*, 2006).

Onde estes pressupostos foram cumpridos, a parcela foi adoptada como definitiva. Onde estes critérios não se confirmavam, optou-se pela deslocação para outra localização, dentro da quadrícula respectiva e para o mais próximo possível do ponto original. As parcelas em que este procedimento não foi possível foram excluídas.

Devido à dimensão geográfica da área de estudo, optou-se por concentrar a selecção das 40 parcelas na área Sudeste da mancha ardida (Figura 2). Em cada uma delas foi avaliada a regeneração dos sobreiros após o fogo e, paralelamente, registaram-se os descritores necessários, quer à avaliação da regeneração em geral, quer à caracterização da paisagem.

FIGURA 2

Disposição das 40 parcelas estudadas sobre carta militar itinerária de Portugal (in Moreira *et al.* 2006)





### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DA PAISAGEM – SELECÇÃO DE VARIÁVEIS

O critério de identificação de variáveis a caracterizar no estudo (descritas na Tabela 1) teve por base o que era visível e mensurável, ou no local, ou através de fotografias aéreas e cartas militares. As 73 inicialmente consideradas, foram aglomeradas num número menor, de acordo com critérios lógicos, tendo ainda algumas sido excluídas por falta de significância para o estudo, dada a pouca representatividade no local.

Um exemplo de categorias unidas foi a caça e o recreio por se considerar que o tipo de impacto é semelhante. A semelhança de utilização baseia-se na presença humana, solitária ou em grupo, deslocação pedonal e permanência no local e por vezes com alguns resíduos associados. Considerou-se importante o registo da presença ou proximidade de água, pois a variação de humidade poderia justificar algum parâmetro de regeneração. Também a altitude da parcela poderia trazer algumas explicações. A proximidade de habitações ou de povoamentos, pretende caracterizar a presença de perturbação humana, ainda que a presença não seja directamente significativa em termos de perturbação. A divisão das categorias: exposição solar, altura do subcoberto, cota altimétrica, entre outros, em diversas variáveis teve por objectivo adequá-las ao sistema de classificação presença/ausência utilizado.

A relação das 47 variáveis seleccionadas é apresentada na tabela 1, por categoria e com a abreviatura correspondente à referida nos gráficos das figuras 3 e 4.

### 4. RECOLHA E ANÁLISE DOS DADOS

O trabalho de campo decorreu entre Dezembro de 2005 e Abril de 2006, cumprindo-se o protocolo pré-estabelecido. Paralelamente foi registada a presença de sobreiros doentes, regeneração natural de sobreiro e elenco mais notável de espécies do subcoberto. Os dados foram completados com apoio na cartografia, para obtenção dos valores de altimetria, proximidade de água e de povoamentos.

As parcelas foram caracterizadas com base nos descritores referidos na Tabela 1, construindo-se a partir destes a matriz binária de dados-base utilizada para as análises adiante referidas.

A partir da referida matriz de dados-base procedeu-se a uma análise hierárquica de classificação. Esta técnica exploratória de análise multivariada permite agrupar parcelas (modo Q) ou descritores (modo R) em grupos similares relativamente ao seu perfil de distribuição das características diagnosticantes (Legendre & Legendre, 1984; Maroco, 2004).

Os agrupamentos são obtidos a partir de medidas de semelhança (similaridade ou correlação) ou de dissemelhança (distância) entre os elementos a analisar. Neste caso utilizou-se o coeficiente de correlação de ponto (PHI) que se aplica a dados binários (Legendre & Legendre, 1984) de modo a obter uma classificação das parcelas baseada nos descritores estabelecidos (modo Q), bem como destes, tendo por base o respectivo perfil de distribuição pelas diferentes parcelas estudadas.

Esta análise foi efectuada utilizando a rotina CLUSTER e o método UPGMA do conjunto de programas PRIMER (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) v. 6.1.5 (Clarke & Gorley, 2006).

TABELA 1

Variáveis utilizadas na classificação binária (presença-1, ausência-0) dos locais de estudo

N.ºvar.	Categoria	Variável	Abreviatura
1	TIPO POVOAMENTO	Bosque – sistema de copas fechadas, de arvoredado denso. Inclui as galerias ripícolas e os bosques de sobreiro	Bosq
2		Sobreiral- sistema com uma densidade de sobreiros elevada, que chegam as juntar as copas (maior que 60% cobertura solo pelos sobreiros)	Sobr
3		Montado de sobreiro – com uma densidade média no território, as copas não unem entre si. Sistema aberto à luz solar. (30% a 60% cobertura de solo pelo sobreiro)	Msobro
4		Sistema Misto de Pinheiro e Sobreiro, em proporções próximas (apresentam sempre cobertura de solo superior a 60%)	PinSob
5	ÁGUA	Com presença de linha de água, torrencial, semi- torrencial ou água permanente	LinhaH2O
6		Proximidade de linha de água, ou água permanente até 200 m	H2Oinf200
7		Sem proximidade de água de linha de água, ou água permanente	s_H2O
8	COTA	Altitude na carta militar inferior a 350m	abaixo_350
9		Altitude na carta militar maior ou igual a 350m e menor ou igual a 450m	entre350_450
10		Altitude na carta militar maior que 450m	acima450
11	EXPOSIÇÃO	Vertente com exposição Sul	expS
12		Vertente com exposição Oeste	expW
13		Vertente com exposição Norte	expN
14		Vertente com exposição Este	expE
15	INCLINAÇÃO	Vertente com inclinação maior ou igual a 20º	Incl_sup20
16		Vertente com inclinação inferior a 20º	Incl_inf20
17	ALTURA SOB COBERTO ANTES DO FOGO (determinada através da presença de elementos queimados)	Altura do sobcoberto antes do fogo inferior a 100 cm	sub_cob_inf100
18		Altura do sobcoberto antes do fogo entre 100cm e 150cm	sub_cob_entre100_150
19		Altura do sobcoberto antes do fogo superior a 150 cm	sub_cob_sup150
20	DENSIDADE DO COBERTO (antes do fogo)	Cobertura de solo pela fase arbustiva pouco densa	PcDenso
21		Cobertura de solo pela fase arbustiva médio densa	Denso
22		Cobertura de solo pela fase arbustiva muito densa	mtDenso
23	COMPOSIÇÃO DO SUB-COBERTO ACTUAL (importante na medida em revela qual o potencial regenerativo do local)	Sobcoberto com presença de esteva ( <i>Cistus ladanifer</i> )- espécie germinadora de sistema mais xéricos, grande necessidade de luminosidade	esteva
24		Sobcoberto com presença de medronheiro ( <i>Arbutus unedo</i> )- rebrotadora, sistemas mais ensombrados	medronheiro
25		Sobcoberto com presença de Tojo ( <i>Ulex argenteus</i> )- espécie germinadora, de charneca,	ulex
26		Sobcoberto com presença de carvalho ( <i>Quercus lusitanica</i> )- espécie de sub bosque, necessita humidade e beneficia do ensombramento	Q_lusitanica
27		Sobcoberto com presença de rosmarinho ( <i>Lavandula lusitanica</i> )- espécie de charneca	lavandulas
28		Sobcoberto com presença de pinheiro ( <i>Pinus sp.</i> )- pode não ser dominante mas a sua presença altera as condições micro-climáticas do sobreiral	pinheiro
29		Intervencionado –através da remoção da vegetação do sobcoberto	limpo
30	REGENERAÇÃO NATUTRAL SOBREIRO (presença de plântulas ou jovens árvores de sobreiro)	Sem regeneração natural de sobreiro significativa	sem_regen
31		Com regeneração natural de sobreiro média	regen_media
32		Com regeneração natural de sobreiro abundante	regen_abund
33	SANIDADE	Com presença evidente de sobreiros doentes	sobro_doente
34	USOS	Presença ou evidencias de pastoreio	pastoreio
35		Presença de atravessamentos pedonais	Trans_pedonal
36		Presença de atravessamentos por veículos todo-o-terreno	Trans_vei_TT
37		Local utilizado para recreio ou caça	recreio
38	VIZINHANÇAS	Presença de povoações numa envolvente de 1000 m	povoam_prox
39		Proximidade de construções habitadas até 150 m	habitcoes_prox
40	REGENERAÇÃO APÓS O FOGO (sobreiros queimados com a parte aérea em rebentação)	Sobreiros a regenerarem bem e sobcoberto desenvolvido	reg_sub_cob_des
41		Sobreiros com dificuldade de regeneração e sobcoberto desenvolvido	s_reg_sub_cob_des
42		Sobreiros a regenerarem bem, mas sobcoberto rasteiro e pouco denso	reg_sub_cob_ras
43	SOBCOBERTO predominante após o fogo	Sistema regenerado quase sem evidencias de fogo	s_fogo
44		Predominância de esteva ( <i>Cistus ladanifer</i> ) no sobcoberto	esteval
45		Predominância de medronheiro ( <i>Arbutus unedo</i> ) no sobcoberto	medronhal
46		Predominância de tojo ( <i>Ulex argenteus</i> ) no sobcoberto	tojal
47		Predominância de trovisco ( <i>Daphne gnidium</i> ) no sobcoberto	troviscal

## 5. RESULTADOS

Da hierarquização das similaridades (correlação de ponto – Phi) entre parcelas, resultam alguns grupos e subgrupos conforme é perceptível na figura 3, entre os níveis de correlação 0,2 e 0,7. Identificando as características que assemelham as parcelas, é possível caracterizar os grupos pela tipologia de ocupação florestal, tal como montados (de 108 a 90), sistemas mistos de pinheiro e sobreiro (16, 10, 1 e 8), sobreirais (de 5, 75, ...até 54, 61), sobreirais de matos médios e altos (87, 107, 72, 43, 172), sobreirais de mato limpo (de 17, 18... até 29, 76)..

Relativamente à relação entre variáveis, são representados os grupos verosímeis (figura 4), destacando-se três destes:

Grupo 1- pode ser considerado como englobando diversos indicadores de perturbação (sub-coberto denso, pastoreio, transito pedonal, transito Todo –o –terreno, dificuldades de recuperação dos sobreiros, altitude superior a 450 m, presença de sobreiros doentes, sem H<sub>2</sub>O, sub-coberto superior a 150 cm, esteval);

Grupo 2- neste, os descritores são indicadores de um melhor estado global do sistema (elevada regeneração natural dos sobreiros, árvores e sub-coberto com boa recuperação após o fogo, bosquetes, sobreirais, medronhais, *Quercus lusitanica*, linhas de água, exposição Oeste);

**FIGURA 3**  
Identificação de alguns agrupamentos resultantes da aplicação do coeficiente Phi (modo Q)

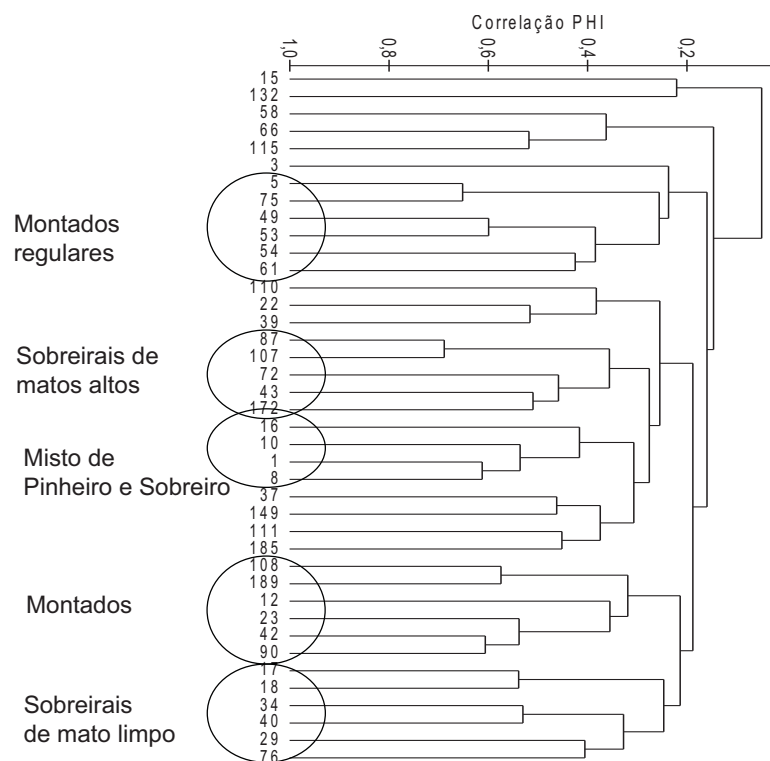
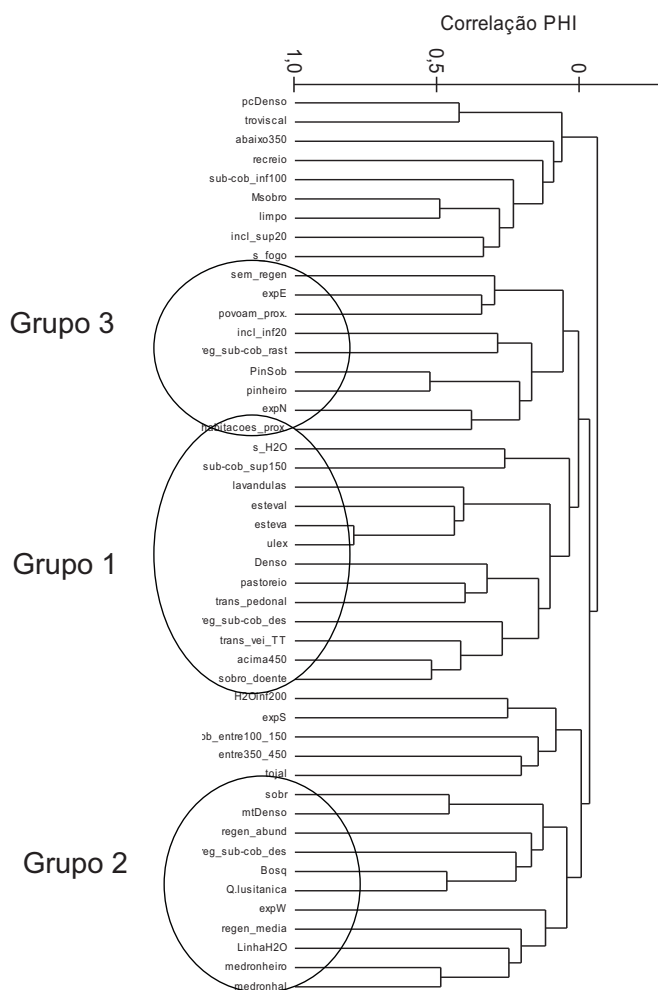


FIGURA 4

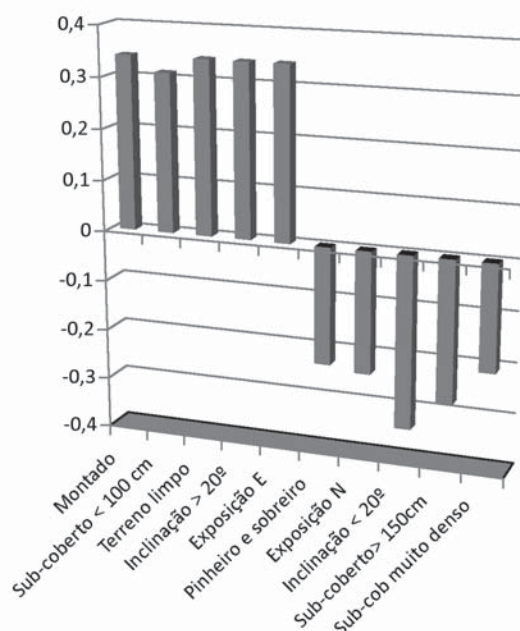
Identificação de alguns agrupamentos resultantes da aplicação do coeficiente Phi (modo R)



Grupo 3- onde os descritores se relacionam com a variação do uso do solo, gerando sistemas dependentes da intervenção humana (misto de pinheiro e sobreiro, proximidade de habitações e povoações, sem regeneração natural de sobreiro, sobreiros regeneradas e sub-coberto rasteiro após o fogo).

Da análise dos valores de Phi, obtiveram-se valores médios de similaridade, permitindo estabelecer as relações existentes entre as diversas variáveis. A figura 5 representa os valores mais significativos de correlação com a variável “sistema regenerado quase sem evidências de fogo”.

**FIGURA 5**  
Gráfico representativo dos valores de similaridade mais significativos para a variável  
“sistema regenerado quase sem evidências de fogo”



As variáveis com maiores valores de similaridade positiva com “sistema regenerado quase sem evidências de fogo” são: montado, exposição Este, vertentes muito inclinadas e sub-coberto limpo antes do fogo. Em oposição, tem correlação negativa com sistemas mistos de pinheiro e sobreiro, Exposição Norte, inclinação menor que 20º, sub-coberto alto e muito denso.

Pode afirmar-se que as áreas onde o sub-coberto foi retirado antes do fogo não terão sido tão afectadas e que, pelo contrário as áreas mais afectadas terão sido as de sub-coberto mais alto e mais denso.

A regeneração do sobreiro acompanhada pelo elevado desenvolvimento do sub-coberto representa a regeneração das componentes arbórea e arbustiva do sistema. É possível verificar que se relaciona com os sistemas mais maduros e equilibrados, onde a presença de regeneração natural se faz notar. Apresenta simultaneamente correlação negativa com as cotas mais baixas, encostas a Este e, obviamente, com ausência de regeneração natural (figura 6).

A figura 7 ilustra as similaridades mais significativas com a variável “sobreiros a regenerarem bem e sub-coberto rasteiro e pouco denso”. As variáveis mais significativas positivamente são sistema misto de pinheiro e sobreiro, vertentes a Norte, inclinações mais suaves e ausência de plântulas de sobreiro.

FIGURA 6

Gráfico representativo dos valores de similaridade mais significativos para a variável  
“árvores regeneradas e sub-coberto desenvolvido, um ano e meio após o fogo”

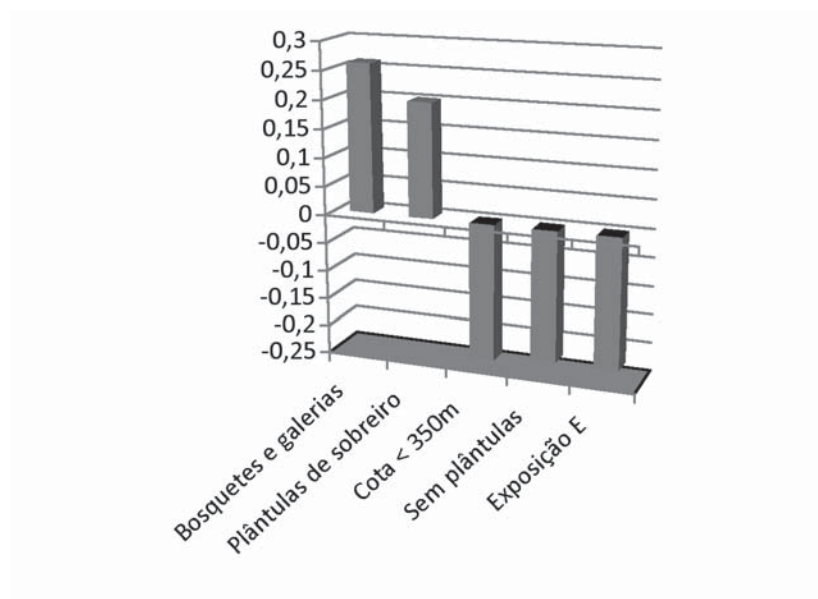
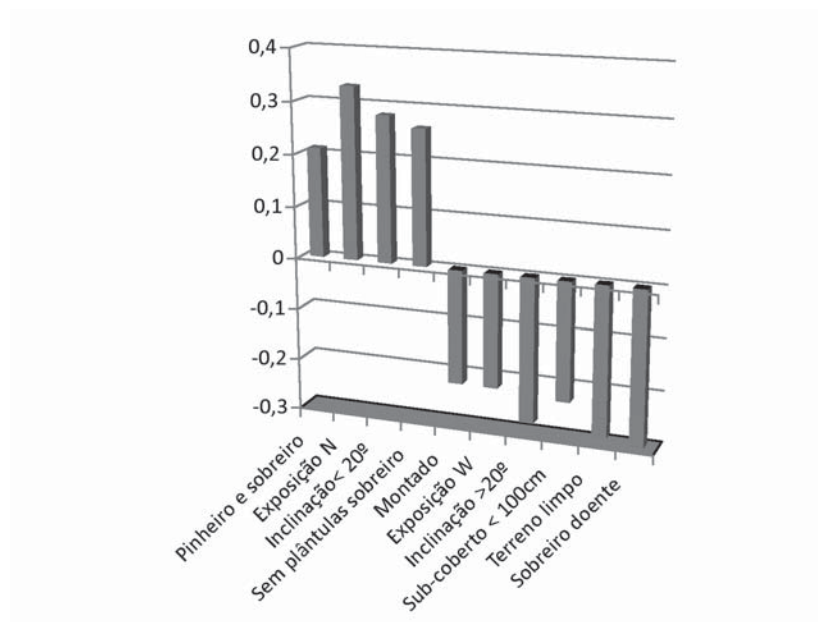


FIGURA 7

Gráfico representativo dos valores de similaridade mais significativos para a variável  
“sobreiros a regenerarem bem e sub-coberto rasteiro e pouco denso”



Por outro lado apresenta correlação negativa com sistemas de montado, vertentes a Oeste, declives acentuados, terreno limpo antes do fogo.

Confirma-se a relação com o grupo de variáveis identificadas inicialmente, relativa a sistemas alterados e dependentes da intervenção humana (grupo 3). O facto do sub-coberto não ter uma resposta rápida pode significar que a regeneração do sistema está comprometida.

Percebe-se também que as encostas Oeste se apresentam uma vez mais como elemento forte de regeneração.

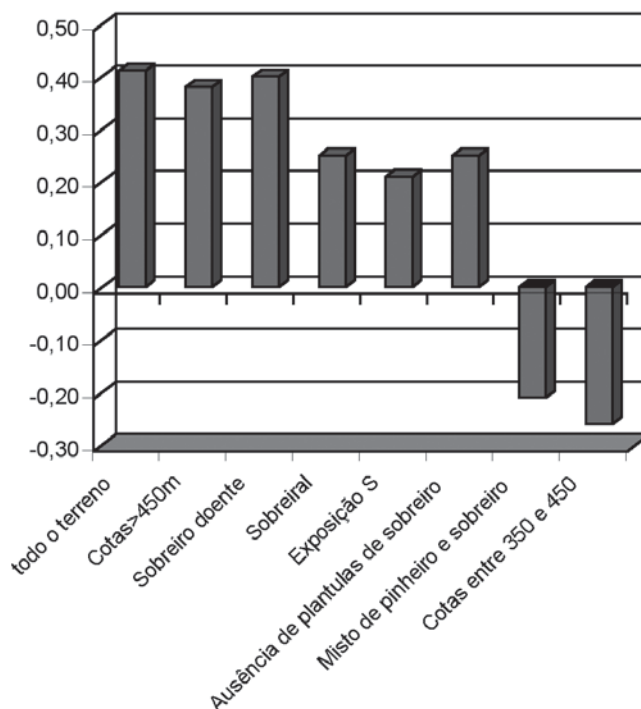
As similaridades mais significativas com presença de dificuldades de regeneração do sobreiro após o fogo com bom desenvolvimento do sub-coberto (figura 8), são positivamente: encostas a Sul, evidências

de utilização para recreio, caça ou veículos todo o terreno, este último claramente relacionado com o fenómeno em causa. Este grupo de perturbação, já identificado acima como Grupo1, evidencia-se pelas dificuldades de regeneração do sobreiro associadas a factores de perturbação.

As encostas a Norte assumem uma correlação negativa com esta ocorrência.

Apesar de este estudo não ter por objectivo uma abordagem à sanidade do sobreiro, foi possível obter dados relevantes da relação desta com a altitude maior que 450m, com a mobilização de solo e com a ausência de regeneração natural, como é visível na figura 9. A correlação negativa com as variáveis exposição Oeste, sub-coberto muito denso e cotas entre 350 e 450m por oposição, vêm reforçar ainda mais a mesma ideia. De acordo com estes resultados,

**FIGURA 8**  
Gráfico representativo dos valores de similaridade mais significativos para a variável  
“Sobreiro com dificuldades de regeneração e sub-coberto desenvolvido”







as áreas mais intervencionadas e sujeitas a maior altitude (secura, solos ainda mais delgados) são as que se revelam mais problemáticas em relação à doença do sobreiro.

Por uma questão de análise da perenidade do sistema, avaliou-se também a presença de plântulas e jovens árvores de sobreiro nas parcelas amostradas, para caracterização da regeneração natural do sistema autóctone (figura 10).

FIGURA 9

Gráfico representativo dos valores de similaridade mais significativos para a variável “presença de sobreiro doente”

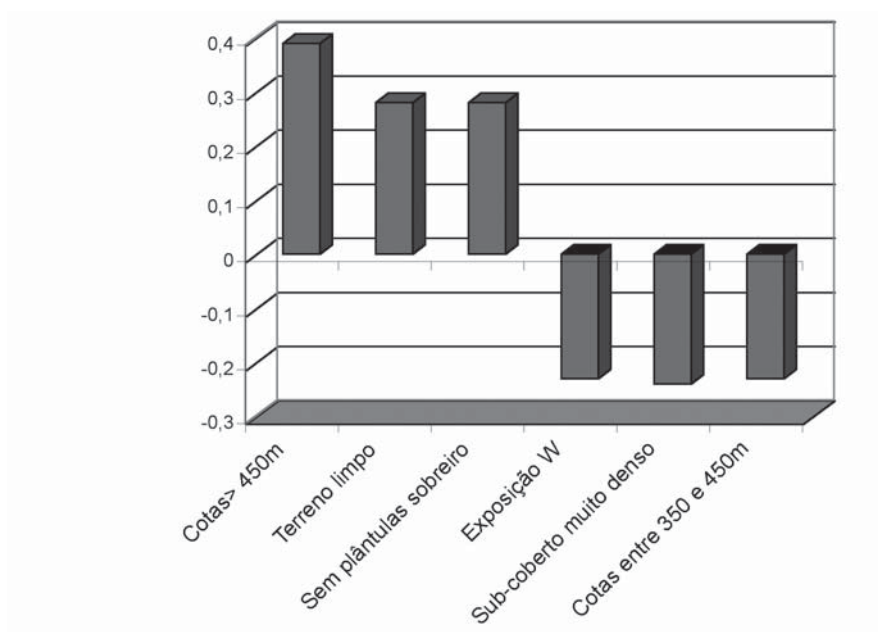
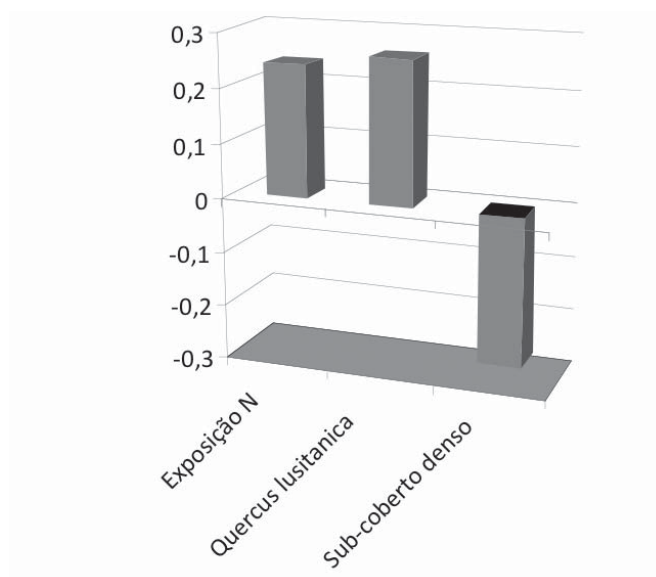


FIGURA 10

Gráfico representativo dos valores de similaridade mais significativos para a variável “com regeneração natural de sobreiro abundante”



De acordo com os resultados apresentados nesta figura, identifica-se a espécie *Quercus lusitanica* como um bom indicador da perenidade do sistema, e com correspondência também às vertentes a Norte. De acordo com os resultados, visíveis na figura 10, a variável sub-coberto denso é correlacionada negativamente com a regeneração natural de sobreiro. No entanto, é interessante verificar que em relação à variável sub-coberto muito denso esta correlação é novamente positiva o que leva a crer que a densidade média pode estar relacionada com qualquer outro parâmetro não identificado que não será favorável à sobrevivência de plântulas de sobreiro.

## DISCUSSÃO

Apesar da Serra do Caldeirão ser um território sujeito ao longo de séculos à intervenção humana, foi no último século que se deram as profundas alterações que comprometeram a sustentabilidade do sistema (Oliveira e Palma, 2003). A acentuada perda de solo não cessou após a campanha do trigo. Permaneceram as extensas desmatamentos, agravadas pela mobilização do solo empobrecendo-o a um extremo provavelmente irreversível.

Assim, nesta área geográfica os proprietários fazem o balanço entre duas problemáticas ambientais – o risco de ocorrência de fogos florestais e o risco de erosão, dados os acentuados declives do relevo presente. Se o corte do mato por um lado protege a produção de cortiça do fogo, por outro, expõe o solo aos agentes erosivos, comprometendo a sua produção futura. A delapidação do solo afecta toda a componente orgânica e mineral, suporte do sistema sobreiral e indispensável à regulação e protecção contra agentes externos (patogénicos ou climatéricos) (Antolín, 1997).

A cortiça protege os sobreiros do fogo com elevada eficácia. A sobrevivência do sobreiro pós fogo medida nesta área foi de aproximadamente 84% (Moreira *et al*, 2006). De acordo com o referido estudo, a mortalidade afectou apenas as árvores descortiçadas no ano do incêndio, ou anterior, assim como as que se encontravam já debilitadas por doença ou feridas. No entanto, a produção de cortiça foi afectada, ficando sem valor comercial significativo, até ao próximo período de exploração.

De acordo com os resultados obtidos, os sistemas mais afectados foram os que apresentavam grande quantidade de biomassa seca, como sub-coberto alto e denso, ou com pinheiro presente. No entanto, em termos de regeneração, esta foi bem sucedida, num curto período de tempo.

Os sistemas mais naturalizados, como bosquetes e galerias, apresentam elevada regeneração natural e regeneraram após o fogo (tanto a componente arbórea como arbustiva).

Dentro da área ardida, os sistemas menos afectados pelo fogo foram os que apresentavam ausência de sub-coberto, devido à sua remoção antes do fogo. No entanto, estes situam-se em grande parte nas vertentes mais inclinadas. Esta relação permite adivinhar graves problemas de erosão nesses locais.

Segue-se uma análise por categorias no intuito de permitir uma melhor compreensão dos resultados.

### *Tipologias de ocupação florestal*

Identificaram-se diferentes tipos de ocupação florestal baseada no sobreiro, tais como montados, sistemas mistos de pinheiro e sobreiro, sobreirais de mato limpo e sobreirais de matos médios e altos, assumindo semelhanças entre si no que diz respeito à resposta ao fogo.



### *Tipologias de regeneração após o fogo*

Relativamente à regeneração da paisagem após o fogo, foi possível reconhecer três grupos distintos. Um grupo de variáveis associado a dificuldades de regeneração, apesar de um bom desenvolvimento do sub-coberto; um segundo grupo em que ambas as componentes (arbórea e arbustiva) regeneraram bem; e um terceiro grupo relacionado com uma boa regeneração arbórea, mas onde a componente arbustiva se encontrava com fraco desenvolvimento.

De acordo com os resultados as dificuldades de regeneração do sobreiro estão relacionadas com factores de perturbação como trânsito pedonal, pastoreio, trânsito todo-o-terreno, este último com maior significância, bem como com factores de stress hídrico, exposição Sul, doença, esteval e altitude.

Identificou-se uma elevada correlação entre a presença de sobreiros doentes e altitudes maiores que 450 m. A relação entre a altitude e o sobreiro doente foi já identificada num estudo de Martins, *et al* (2006) cujos objectivos se concentravam na identificação de relações entre a doença nos sobreiros e variáveis ambientais que possam potenciar a severidade da doença. A confirmação desta relação no presente estudo justifica um aprofundamento da investigação neste âmbito.

Os biótopos dominados pela esteva (*Cistus ladanifer*) são considerados como uma fase de degradação avançada dos sobreirais (Nunez-Olivera *et al*, 1995). Neste estudo o esteval surge associado a elementos de degradação e de stress hídrico do sistema.

Os sistemas melhor regenerados tanto na fase arbórea como arbustiva foram os mais naturalizados, como os bosquetes, sobreirais e medronhais, relacionados também com a presença de *Quercus lusitanica* e com encostas de exposição Oeste. Estes

são elementos fortes dos sistemas equilibrados e resistentes do Caldeirão verificando-se uma recuperação após o fogo mais fácil e evidente. Estes resultados vêm confirmar que os sistemas melhor estruturados são mais resilientes e apresentam uma velocidade de regeneração superior. A associação deste tipo de regeneração aos medronhais, exemplo de sistema dominado pelo medronheiro, espécie rebrotadora, vem confirmar os estudos de Vallejo e Alloza (2004), relativos à mais rápida cobertura de solo ser devida à dominância de espécies que rebentem de toíça após fogo.

Também o facto do esteval, exemplo de sistema dominado pela esteva, espécie germinadora, se encontrar associado aos sistemas mais degradados e com dificuldades de regeneração arbórea, confirma o referido pelos mesmos autores. Além disso, o solo provavelmente estará mais degradado e demorará mais tempo a ser revestido, ficando exposto por mais tempo aos agentes erosivos. A fraca resposta dos elementos arbóreos poderá assim estar relacionada com a degradação do solo.

O terceiro tipo de sistema avaliado corresponde à boa regeneração da componente arbórea, enquanto que a fase arbustiva se encontrava com fraco desenvolvimento e pouca densidade. Este tipo de regeneração, de acordo com os resultados, encontra-se relacionado com sistemas em que o uso do solo se encontra modificado, ou forçado, como sistemas mistos de pinheiro e sobreiro ou proximidade de habitações. Estes sistemas mostram ausência de regeneração natural de sobreiro. Assim, revelam-se dependentes da intervenção humana para a sua sustentabilidade.

Não foram encontrados sistemas em que a regeneração de ambas as fases (arbórea e arbustiva) não tivesse ocorrido, um ano e meio após o fogo. Isto deve-se ao facto da vegetação autóctone ser

pirofítica. Forman & Gordon (1986) consideram que nestes sistemas o fogo não é considerado uma perturbação, devido ao facto da fauna e flora locais se encontrarem adaptados a este factor, no entanto, Pausas (2004) identificou alterações na composição do subcoberto na ocorrência de fogos florestais recorrente, no sentido da diminuição da presença de espécies menos resistentes ao fogo.

#### *Regeneração natural de sobreiro*

A regeneração natural do sobreiro revela o estado de equilíbrio do sistema. A conservação do potencial genético local garante que se mantenha a adaptabilidade às condições ambientais presentes, sendo preferível à plantação de indivíduos de viveiro, que apresentam elevada mortalidade e baixo crescimento no local.

Este estudo permitiu apurar que a ausência de regeneração natural se encontra relacionada com a alteração da composição da vegetação, como por exemplo pela manutenção de sistemas mistos de pinheiro e sobreiro e perturbações relacionadas com a proximidade de habitações.

A regeneração natural é mais evidente em encostas de exposição Oeste, também associadas a medronhal e de densidade muito elevada de subcoberto. Os resultados apontam no entanto para que uma densidade média de mato não seja favorável ao desenvolvimento das plântulas de sobreiro. Não foi no entanto possível determinar o motivo. O facto de o sobreiro ser uma espécie que necessita de atlanticidade (Cela, *et al*, 1998; Pinto Gomes & Ferreira, 2005) pode justificar a sua melhor condição nas encostas Oeste, de onde o vento predominante transporta a influência atlântica.

Os resultados relativos à regeneração natural do sobreiro estão de acordo com um outro estudo elaborado nesta área geográfica (Acácio *et al*, 2007) que salienta a dificuldade da evolução na sucessão ecológica dos matos para montados ou para sobreirais. De acordo com o estudo mencionado, os matos apresentam-se como o biótopo mais estável, com fraca ocorrência de regeneração natural do sobreiro.

#### *Declínio do Sobreiro*

O factor doença do sobreiro surgiu nos resultados marcadamente associado a factores de perturbação, altitude e stress hídrico.

O veículo de transmissão da doença poderá não estar relacionado com linhas de água. A elevada correlação apresentada com o trânsito de veículos de todo o terreno leva a crer que possa existir um meio de contágio com ele relacionado (ou mesmo relacionado com o transito de outros veículos ou máquinas de limpeza e/ou arroteamento), bem como com a elevada altitude (onde o solo também é mais pobre).

#### **CONCLUSÃO**

O incêndio florestal de 2004 afectou 28620 ha da Serra do Caldeirão.

Um ano e meio após o fogo foi avaliada a regeneração da paisagem, bem como os factores de gestão do sistema, situação fisiográfica e factores de perturbação. Assim, da análise dos resultados, em relação à regeneração do sobreiral conclui-se que:

- Os bosquetes, sobreirais, medronhais e a presença de *Quercus lusitanica*, são elementos fortes dos sistemas equilibrados e resilientes da Serra do Caldeirão, verificando-se uma rápida e evidente regeneração;



- O controlo do sub-coberto, em densidade e altura, diminui a carga combustível e consequentemente o risco de incêndio. No entanto, o facto da limpeza de matos se encontrar associada a inclinações superiores a 20° evidencia o risco de erosão e de empobrecimento do solo;
- O esteval (exemplo da predominância de espécie de propagação seminal pós-fogo) encontra-se associado a sobreiro doente, árvores com dificuldade de recuperação, pastoreio e trânsito todo-o-terreno. Estes são os sistemas mais degradados da área de estudo;
- O medronhal (exemplo de predominância de espécies de propagação vegetativa pós-fogo) surge associado a encostas de exposição Oeste, sobreirais, bosquetes, sistemas mais maduros e, de acordo com o exposto anteriormente, mais resilientes.

Relativamente à regeneração natural do sobreiro, indicador da sustentabilidade do sistema, os resultados permitem concluir que:

- A ausência de regeneração natural se encontra relacionada com a alteração da composição da vegetação, pelo Homem;
- A regeneração natural é mais evidente em encostas de exposição Oeste, também associadas a medronhal e de muito elevada densidade de sub-coberto;

O estudo permitiu ainda conclusões relacionadas com a sanidade vegetal do sistema:

- O veículo de transmissão da doença poderá também estar relacionado com poeiras ou contacto directo com veículos;

- De acordo com os resultados, o sobreiro doente encontra-se marcadamente associado a factores de perturbação, maiores altitudes e stress hídrico.

As características do sistema estudado são relacionadas com a exploração de cortiça. No entanto, a componente biofísica de suporte encontra-se fragilizada pelas décadas de intervenções ecologicamente agressivas. Entre a produção de cortiça e a sustentabilidade do sistema, há que encontrar um meio-termo, através da utilização de novas técnicas de gestão.

Evitar a erosão ou evitar o fogo não deverá ser um dilema de escolha única. É possível, neste sistema tão particular, assegurar a produção de cortiça, sem expor o solo aos agentes erosivos. O aproveitamento económico dos variados recursos associados ao sobreiral, para além da cortiça, como o medronho, mel e cogumelos, pode justificar uma manutenção do sub-coberto do sobreiral, obviamente com intervenção regular de corte, preferencialmente das espécies mais combustíveis e menos produtivas no enquadramento actual (como a esteva e o tojo).

Não obstante, e dado o cenário que se desenha na conclusão do estudo, o sobreiral da Serra do Caldeirão carece de uma gestão regular, continuada e sustentável, no sentido da manutenção de usos múltiplos, com a preocupação de manter o suporte e agregação do solo, embora com cortes no sentido da minimização do risco de incêndio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACÁCIO,V; HOLMGREN, M; JANSEN, P A;SCHROTTER,O; 2007. Multiple recruitment limitation causes arrested succession in mediterranean cork oak systems. *Ecossystems journal*, 10: 1220-1230
- ACÁCIO, V; HOLMGREN, M; REGO, F; MOREIRA, F; MOHREN, G. 2008. Are drought and wildfires turning Mediterranean cork oak forests into persistent shrublands? *Agroforest syst.* DOI 10.1007/s10457-008-9165-y
- ANTOLÍN,C; MORALEDA, M; ALVAREZ, D; CRBÓ, E; 1997. Analisis de los efectos producidos por los mecanismos erosivos del suelo, segun los usos del mismo. Recomendaciones para su prevencion y control. In VALEJJO,R. La restauracion de la cubierta vegetal en la comunidad valenciana. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo -CEAM. Valencia
- BATES, B.C.; KUNDZEWICZ, Z.W.; WU, S.; PALUTIKOF, J.P., Eds., 2008: Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp.
- CELA, P. G.; GAMARRO, R. G.; VIÑAS, J. G. 1998 .Arboles e Arbustos de la Península ibérica e Islas Baleares, Jaguar Ediciones, Madrid
- CLARKE, K.R.; GORLEY, R.N. - 2006. PRIMER v6: Users Manual/Tutorial PRIMER-E. Plymouth, England.
- DUARTE, I; SANTOS, E; CEIA, F; FRUTUOSO, A; CARVALHO, S; 2004. Alteração da Paisagem em Monchique – Causas e Consequências, *Revista Inuaf Studia 6: 149-155* Instituto Superior Dom Afonso III, Loulé
- DUARTE, I; SANTOS, E; FRUTUOSO, A; CRISTO, C; ALBUQUERQUE, J; JESUS, P; 2007. Manual de Boas Práticas. Recuperação do sobreiral ardido na Serra do Caldeirão. INUAF/GAPA, Loulé
- FRAGA DA SILVA, L , 2002, A Região de São Brás de Alportel na Antiguidade, o Povoamento Romano e a sua Evolução Posterior num Território Rural do Algarve Central” Associação Campo Arqueológico de Tavira, Tavira
- LEGENDRE, L.; LEGENDRE, P; 1984, Écologie numérique vol 1. Le traitement multiple des données écologiques e vol 2. La structure des données écologiques, Presses de l’Université du Québec, Masson, Paris
- MAROCO, J. 2004. *Análise Estatística com utilização do SPSS.*, Edições Sílabo. Lisboa
- MARTINS, A; LOUSADA, J; BRANCO, I; CAETANO, P. 2006. Factores Edafo- Ambientais Associados ao Declínio de *Quercus suber* em Portugal: Tentativa de Identificação e Dificuldades Encontradas. *Revista Silva Lusitana* 14(2): 155- 167.
- MOREIRA, F; DUARTE, I; CATRY, F; ACÁCIO, V. 2007. Cork extraction as a key factor determining post-fire cork oak survival in a mountain region of southern Portugal. *Forest Ecology and Management* 253: 30 –37
- MOREIRA, F; CATRY, F; DUARTE, I; DUARTE, R; ALVAREZ, R. MORGADO, R; OLIVEIRA, A; ACÁCIO,V; 2006, Factores que influenciaram a sobrevivência pós- fogo do sobreiro na Serra do Caldeirão. Projecto RECOFORME,INTERREG III-B, CEABN . Lisboa
- OLIVEIRA, R; PALMA, L. 2003. Um cordão verde para o Sul de Portugal, Restauração de Paisagens Florestais, Projecto WWF MedPo “Cordões Verdes contra a Desertificação”, Associação de Defesa do Património de Mértola
- PAUSAS, JÚLIO, 2004, La recurrencia de incendios en el monte mediterráneo. In VALEJJO,R. La restauracion de la cubierta vegetal en la comunidad valenciana. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo -CEAM. Valencia
- NUNEZ-OLIVERA, E; MARTINEZ-ABAIGAR, J; ESCUDERO J.C; GARCÍA-NOVO,F. 1995. A comparative study of *Cistus ladanifer* shrublands in Extremadura (CWSpain) on the basis of woody species composition and cover. *Vegetatio* 117: 123-132
- PEREIRA, S. 2004. Análise da dinâmica da paisagem na Serra do Caldeirão – As implicações para a ocorrência do fogo. Relatório de Trabalho de Fim de curso de Engenharia Florestal. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa
- PINTO GOMES, C; FERREIRA, R; 2005. Flora e Vegetação do Barrocal Algarvio (Tavira- Portimão), Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve, Faro
- PROTAL, 2007. Plano Regional de Ordenamento do Território do Algarve – PROTAL. Resolução do Conselho de Ministros n.º 102 de 2007, de 24 de Maio.
- VALLEJO, R.; ALLOZA, A.; 2004. Avances en el estudio de La Gestión del Monte Mediterráneo. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo - CEAM. Valencia
- REGO, F; MOREIRA, F; FERREIRA, P, 2001, Temporal (1958-1995) pattern of change in a cultural landscape of northwestern Portugal: implications for fire occurrence. *Landscape Ecology* 16:557-567
- RIBEIRO, ORLANDO, 1991, Portugal, o Mediterrâneo e o Atlantico. Livraria Sá da Costa Editora, Lisboa.
- SANTOS, F; FORBES, K; MOITA, R, 2002, “Climate Change in Portugal – Scenarios, Impacts and Adaptation Measures”, SIAM PROJECT, Gradiva, Lisboa
- SARAIVA, ANTÓNIO, 2007, Princípios de Arquitectura Paisagista e de Ordenamento do território. João Azevedo Editor. Mirandela.
- SEQUEIRA, E. M. 2001. Desertificação - o Programa de Acção Nacional - o Caso do Algarve, in A Desertificação no Algarve, *Revista INUAF-Studia*: 93-128. Instituto Superior Dom Afonso III, Loulé