



<p>IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE GESTÃO DE MATOS E PROMOÇÃO DA BIODIVERSIDADE NA ENVOLVENTE DA ALBUFEIRA DE CASTELO DE BODE – PROJECTO BIODIVERSIDADE, TAREFA 3.2. –</p>	
<p>Relatório realizado por Gestão Integrada de Fogos Florestais S.A.</p> 	<p><i>PROJECTO NASCENTES PARA A VIDA</i> <i>Relatório Final</i> 24 de Maio de 2011</p>

Parceria com:



ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL.....	2
1. SUMÁRIO.....	4
2. TAREFA 3.2.01 INVENTÁRIO DE MEDIDAS A IMPLEMENTAR PARA A GESTÃO DE MATOS4	
2.1 NOTA INTRODUTÓRIA.....	4
2.2 RECURSOS NATURAIS E GESTÃO DE COMBUSTÍVEIS.....	5
2.3 TÉCNICAS DE GESTÃO DE COMBUSTÍVEIS FLORESTAIS.....	6
2.3.1 MÉTODOS MECÂNICOS.....	7
2.3.2 MÉTODOS MANUAIS.....	9
2.3.3 MÉTODOS MOTO-MANUAIS.....	10
2.3.4 MÉTODOS QUÍMICOS.....	13
2.3.5 FOGO CONTROLADO.....	15
2.3.6 SILVOPASTORÍCIA.....	17
2.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MÉTODOS DE GESTÃO DE COMBUSTÍVEIS.....	19
2.5 ANÁLISE CUSTO / BENEFÍCIO / PRODUTIVIDADE.....	20
2.6 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE OS IMPACTES NA BIODIVERSIDADE ASSOCIADOS A CADA TÉCNICA DE GESTÃO DE COMBUSTÍVEIS.....	22
2.6.1 VEGETAÇÃO.....	24
2.6.2 FAUNA.....	27
2.7 SERVIÇOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS A CADA TÉCNICA.....	34
3. TAREFA 3.2.02 REALIZAÇÃO DE ENSAIOS COMPARATIVOS DE GESTÃO E CONTROLE DE MATOS UTILIZANDO TÉCNICAS MOTO-MANUAIS OU POR IMPLEMENTAÇÃO DE TÉCNICAS DE FOGO CONTROLADO EM ÁREAS SIMILARES.....	39
3.1 NOTA INTRODUTÓRIA.....	39
3.2 METODOLOGIA PARA A SELECÇÃO DAS PARCELAS.....	40
3.3 TRABALHO DE CAMPO.....	45
3.4 IMPLEMENTAÇÃO DAS ACÇÕES EXPERIMENTAIS DE GESTÃO DE COMBUSTÍVEIS.....	56
4. TAREFA 3.2.03 AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS TÉCNICAS.....	68
4.1 SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO FOGO EM CENÁRIO DE INCÊNDIO FLORESTAL.....	68
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO COMBUSTÍVEL NOS TRATAMENTOS.....	69
4.3 COMPORTAMENTO DO FOGO.....	69
5. TAREFA 3.2.04 AVALIAÇÃO DA INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE PASTOREIO PARA A MANUTENÇÃO DAS ÁREAS TRATADAS E PROMOÇÃO DA BIODIVERSIDADE VEGETAL E ANIMAL.....	71

6.	TAREFA 3.2.05 ELABORAÇÃO DE UM GUIA DE BOAS PRÁTICAS E DE DIRECTRIZES DE GESTÃO DE COMBUSTÍVEIS DA ÁREA DE ESTUDO	77
6.1	GUIA INICIAL DE BOAS PRÁTICAS E DIRECTRIZES DE GESTÃO DE COMBUSTÍVEIS NA ENVOLVENTE DA ALBUFEIRA DE CASTELO DE BODE	77
7.	TAREFA 3.2.06 REALIZAÇÃO DE ACÇÕES DE DEMONSTRAÇÃO.....	80
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83

1. SUMÁRIO

O presente relatório inclui a descrição e análise final dos resultados obtidos no âmbito do Projecto EPAL - Nascentes para a Vida – Tarefa 3.2. no período de 30 de Setembro de 2010 a 31 de Maio de 2011, assim como a informação contida nos relatórios intermédios de progresso. As tarefas calendarizadas serão descritas de forma pormenorizada nos pontos seguintes.

2. TAREFA 3.2.01 INVENTÁRIO DE MEDIDAS A IMPLEMENTAR PARA A GESTÃO DE MATOS

2.1 NOTA INTRODUTÓRIA

As medidas de gestão de combustíveis com objectivo de Defesa da Floresta contra Incêndios consistem na redução da carga e da continuidade horizontal e vertical dos combustíveis florestais. Estas medidas permitem reduzir o potencial de propagação de um incêndio. No entanto, as técnicas de gestão de matos podem ser utilizadas para outros fins, entre os quais a promoção da multifuncionalidade do espaço, permitindo a integração de diferentes usos, de que é exemplo o uso do fogo para permitir a renovação de pastagens para espécies selvagens e domésticas, servindo simultaneamente os objectivos de defesa dos espaços florestais contra incêndios.

Para o cumprimento desta tarefa estão incluídas:

- Descrição do conjunto de técnicas de gestão de combustíveis florestais existentes, nomeadamente: técnicas mecânicas, manuais e moto-manuais, métodos químicos e fogo controlado;
- Discriminação dos diferentes objectivos associados a cada técnica de gestão de combustíveis;
- Descrição do horizonte de aplicação de cada técnica de gestão de combustível florestal em segurança, tanto em termos temporais como espaciais;
- Descrição das vantagens e as desvantagens das técnicas de gestão de combustível florestal;
- Análise da relação custo/benefício/produktividade associados a cada técnica de gestão de combustível;

- Revisão bibliográfica sobre os impactes na biodiversidade associados a cada técnica de gestão de combustíveis e análise dos serviços ambientais associados a cada técnica.

2.2 RECURSOS NATURAIS E GESTÃO DE COMBUSTÍVEIS

Nos últimos anos, face à crescente ocorrência de incêndios florestais, de maior extensão e intensidade, a gestão de combustíveis tem vindo a ganhar algum protagonismo. Estes factos exigem que a gestão dos recursos naturais seja repensada e sejam adoptadas formas de gestão mais apropriadas, garantindo a minimização dos efeitos adversos causados pelos incêndios florestais.

Todos os métodos e técnicas de gestão de combustíveis devem ser analisados e comparados de forma a eleger os mais adequados e sustentáveis na gestão dos recursos naturais em cada caso particular (FORTIER e MESSIER, 2006).

É importante planear a gestão dos combustíveis à escala da paisagem, pois só desta forma se garante uma gestão sustentável e viável dos recursos naturais, permitindo a manutenção de zonas sensíveis e importantes na sustentação da biodiversidade.

A caracterização biofísica dos locais a intervir, que inclui a informação sobre o clima, a vegetação, as características do solo, a topografia, a profundidade da toalha freática, historial de incêndios, a localização de áreas sensíveis, tipos de habitats e espécies existentes, constitui a primeira etapa para a escolha dos meios de controlo. A análise da vegetação, nomeadamente no que respeita à sua distribuição, composição, quantidade, dimensão, comportamento do fogo e potencial de propagação, é determinante para a análise e planeamento estratégico, permitindo a eleição dos melhores métodos a utilizar no controlo dos combustíveis florestais (adaptado de SANTOS, 1999).

Desta forma, o planeamento estratégico da gestão de combustíveis, através da adopção dos melhores métodos para o seu tratamento, permite garantir de forma sustentável a manutenção e continuidade dos recursos naturais.

2.3 TÉCNICAS DE GESTÃO DE COMBUSTÍVEIS FLORESTAIS

Para REGO (1993a) na sua relação com os incêndios florestais uma silvicultura adequada deverá possibilitar uma utilização eficiente dos recursos disponíveis (sempre limitados) para alcançar determinados objectivos, tais como, uma máxima produção sustentada, ou numa perspectiva económica, de um máximo valor potencial do solo. A redução do perigo de incêndio pela diminuição do combustível acumulado na floresta é uma medida recomendada e considerada essencial para a resolução dos problemas causados pelas enormes proporções e extensões dos incêndios florestais.

As tarefas de controlo da vegetação arbustiva são normalmente reconhecidas como indispensáveis à manutenção e crescimento dos povoamentos florestais, contribuindo para uma diminuição da competição interespecífica, em simultâneo com a redução da carga combustível que garante uma diminuição do perigo de incêndio (MANSO *et al.*, 2005). Estas tarefas constituem uma solução de prevenção duradoura, que pode ser aplicada a curto prazo, e que passa pela remoção da biomassa, seja através de fogo controlado, pela simples recolha, ou ainda através da pastorícia (MOREIRA, 2006a,b), de acordo com as condições fisiográficas locais, a idade do povoamento e o desenvolvimento da vegetação em presença (MANSO *et al.*, 2005).

São várias as técnicas de gestão de combustíveis, estando a selecção de cada uma delas dependente de vários factores a considerar e objectivos propostos, sendo frequente que a decisão mais apropriada seja a combinação de mais do que um método. A identificação de condicionantes locais como o declive do terreno, que limita as operações mecanizadas pelas curvas de nível, ou a presença de afloramentos rochosos, que podem impedir o trânsito de tractores e a eficácia das alfaias acopladas; a avaliação dos aspectos económicos, verificando-se os elevados dos métodos manuais quando comparados com as restantes opções; os aspectos sociais, principalmente os que se relacionam com o uso da terra; e finalmente os aspectos ambientais, relacionados com as funções de regulação dos ecossistemas, podem constituir limitações ao uso de algumas técnicas (adaptado de CHAMORRO, s/d).

2.3.1 MÉTODOS MECÂNICOS¹

→ *Descrição da técnica*

A mecanização resulta da substituição do trabalho manual por máquinas. A possibilidade de mecanização das operações depende das características do terreno (topografia, declive, características do solo, etc.), da dimensão da área de intervenção, do tipo de combustível florestal, da estrutura dos povoamentos florestais, etc.

A utilização de meios mecânicos para proceder ao corte de vegetação pode ser uma forma eficaz de resolver o problema da acumulação de combustíveis. Os inconvenientes traduzem-se sobretudo na permanência de detritos no solo e na rápida recuperação da vegetação, nomeadamente das espécies de regeneração vegetativa (SILVA e LOPES, 2002).

Na gestão de combustíveis florestais com meios mecânicos são usados tractores agrícolas adaptados ao trabalho florestal (de rastos ou rodas) ou outro tipo de maquinaria pesada (por exemplo *bulldozers*). As alfaias mais comuns acopladas a estas máquinas são lâminas frontais, grades de discos pesadas, destroçadores de martelos, facas ou correntes e trituradores (SANTOS, 1999). Segundo o mesmo autor, os tractores que accionam os equipamentos mecânicos utilizados no controlo dos matos podem ser tractores agrícolas modificados ou tractores florestais (SANTOS, 1999).

A utilização silvícola destes equipamentos prende-se, fundamentalmente, com a realização de acessos no meio da vegetação, construção de aceiros e arrifes, trituração de matos ou de desperdícios de madeira, remoção completa da vegetação e as suas raízes, corte e incorporação dos combustíveis no solo, etc.

A mobilização do solo pode ainda constituir uma forma eficaz de eliminar o combustível do sub-coberto, dado permitir simultaneamente o corte e o enterramento de todo o material combustível existente (SILVA e LOPES, 2002).

¹ Segundo o Decreto-Lei nº17/2009 de 14 de Janeiro, art. nº 30, durante o período crítico, nos trabalhos e outras actividades que decorram em todos os espaços rurais e com eles relacionados, é obrigatório que as máquinas de combustão interna e externa a utilizar, onde se incluem todo o tipo de tractores, máquinas e veículos de transporte pesados, sejam dotadas de dispositivos de retenção de faíscas ou faúlhas e de dispositivos tapa chamas nos tubos de escape ou chaminés, e estejam equipados com um ou dois extintores de 6 kg, de acordo com a sua massa máxima, consoante esta seja inferior ou superior a 10 000 kg.

De entre os meios utilizados destacamos:

Grades de disco pesadas

Alfaia arrastada por um tractor florestal, sendo esta constituída por uns discos giratórios que permitem o corte e incorporação do combustível no solo, havendo mobilização do terreno até 40 cm de profundidade.

A sua aplicação é mais eficaz em terrenos com pouca dureza, pouco declive e matos ligeiros (adaptado de CHAMORRO, s/d).



Fotografia 1. Grade de discos acoplada a tractor agrícola (Autor: João Tomé)

Destroçadores

Alfaias que permitem roçar o mato, destruindo a parte aérea das plantas, podendo também assegurar o seu enterramento parcial, facilitando a decomposição dos destroços. Os órgãos de corte mais comuns são os de correntes, em que o corte resulta do impacto, martelos e facas, em que o corte resulta da combinação da energia cinética e do seu poder cortante accionadas pela tomada de força do tractor.

Os afloramentos rochosos costumam ser a maior limitação ao uso deste tipo de equipamentos (CHAMORRO, s/d; SANTOS, 1999).



Fotografia 2. Destroçador de correntes (Autor: João Tomé)

Trituradores

Os trituradores, são equipamentos que nos permitem triturar a vegetação, sendo necessário proceder previamente ao corte e transporte do material para o local onde a unidade se encontra, tendo de haver sempre material disponível para alimentar o destroçador, de forma a rentabilizar este equipamento (SANTOS, 1999).

→ *Objectivo do tratamento*

Destruição da parte aérea dos matos com ou sem mobilização do solo.

→ *Horizonte de aplicação*

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ

2.3.2 MÉTODOS MANUAIS

→ *Descrição da técnica*

Actualmente são poucas as operações que se realizam de forma manual. Contudo, em determinadas situações ainda se recorre ao corte de alguns tipos de matos, desrama e ao

descasque manuais. Na gestão manual das florestas são utilizadas enxadas, foixões, serras de desbaste e/ou roçadoras (SANTOS, 1999). Para o mesmo autor é uma operação delicada e muito exigente em mão-de-obra, tornando-se mesmo uma das principais causas do aumento dos encargos com os trabalhos florestais, tendo vindo a ser abandonada e substituída por outras soluções.

As desvantagens são o seu baixo rendimento, eficácia variável, de gestão frequentemente difícil devido à escassez de mão-de-obra, custos geralmente elevados e exige a eliminação dos matos cortados.

→ *Objectivo do tratamento*

Destruição parcial ou total do mato através do corte da sua parte aérea até ao nível do solo.

→ *Horizonte de aplicação*

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ

2.3.3 MÉTODOS MOTO-MANUAIS

→ *Descrição da técnica*

Ainda no âmbito das operações mecânicas, à que considerar as operações moto-manuais para correcção de densidades excessivas, desramações e a gestão do estrato arbustivo. Para o estrato arbustivo poderão utilizar-se motorroçadoras de disco, para cortar vegetação até 5 cm de diâmetro (SILVA e LOPES, 2002).

Todo o material lenhoso resultante destas operações poderá ser estilhaçado e/ou triturado e incorporado quando possível, ou ainda tratado com recurso ao fogo controlado, quando adaptado. As desramações são realizadas com o objectivo de promover a descontinuidade vertical do combustível, recomendando-se limpezas manuais em árvores que tenham ramos ao nível do estrato arbustivo, evitando-se, assim, o contacto entre os estratos herbáceos, arbustivos e arbóreos.

A gestão moto-manual de combustíveis permite maior selectividade de espécies, indicada para locais onde não é possível o uso de mais nenhuma outra técnica, seja por condicionantes morfológicas do território, ou pela presença de espécies ou comunidades vegetais protegidas ou ecologicamente sensíveis.

Os equipamentos manuais motorizados mais divulgados são as motorroçadoras e motosserras, sendo as primeiras utilizadas principalmente para roçar ou destroçar mato, corte de sebes, etc., e as segundas no abate de árvores (SANTOS, 1999).

Descrição dos equipamentos:

Motorroçadoras

Utiliza-se para roçar ou cortar o mato junto à base do caule da vegetação, onde o operador terá de mover o elemento cortante numa trajectória semi-circular alternativa, da direita para a esquerda (CHAMORRO, s/d).

A utilização de motorroçadoras permite o corte do material vegetal e destroçamento do mato, permitindo reduzir ou modificar o combustível superficial, ficando o combustível no local, devendo, no entanto, proceder-se à sua remoção, de forma a diminuir o risco de incêndio, provocado pelo combustível morto e seco.

Relativamente ao rendimento das motorroçadoras, e apesar da grande variabilidade, a bibliografia indica valores de $\pm 1000 \text{ m}^2/\text{dia}$, sendo ainda normalmente necessário retirar do local o material cortado ou destruir o material que ficou por cortar (SANTOS, 1999).

Permite cortar o mato em terrenos de grandes declives (declives superiores a 30%) ou com bastantes afloramentos rochosos, onde é impossível operar com outros tipos de maquinaria.



Fotografia 3. Gestão de matos com motorroçadora (Autor: João Tomé)

Motosserras

Permite o corte de árvores e arbustos com diferentes tamanhos, sendo uma máquina fácil de transportar, podendo ser utilizada em todo o tipo de terrenos, sendo a sua utilização apenas rentável, quando as condições de terreno ou povoamento não permitem a entrada de outros equipamentos de abate ou quando os volumes de madeira a abater não compensam a utilização de outras máquinas, requerendo alguma perícia por parte dos técnicos motosserristas, dada a constante exposição a diferentes riscos de acidente (WANG *et al.*, 1998).

As motosserras, são dos equipamentos mais comuns para trabalhos que vão desde desramar, à toragem e abate de árvores. Contudo, durante a desrama, quebrando a continuidade de combustíveis verticais, vai permitir a adição de combustível ao estrato superficial gerando condições extremas de combustibilidade (GRAHAM *et al.*, 2004).

Segundo o mesmo autor, durante o abate de árvores, por exemplo no desbaste de um povoamento, também se deve ter em consideração, que irão ser criadas condições favoráveis à propagação de incêndios, devido ao aumento da penetração de ventos e à exposição à radiação solar, diminuindo a humidade do combustível e favorecendo o desenvolvimento da vegetação do sub-bosque.

→ *Objectivo do tratamento*

Destruição parcial ou total do mato através do corte da sua parte aérea até ao nível do solo.

→ *Horizonte de aplicação*

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ

2.3.4 MÉTODOS QUÍMICOS

→ *Descrição da técnica*

Consiste no recurso a produtos fitofarmacêuticos para efectuar o controlo de vegetação. A aplicação de herbicidas ou arbusticidas é eficiente na erradicação da vegetação do sub-bosque, embora a morte da vegetação pretendida vai implicar que tenha de haver *a posteriori* a remoção da mesma, tendo este trabalho de ser complementado com outros tipos de gestão de combustíveis, de forma a reduzir a perigosidade de incêndio provocado pelo combustível morto e seco (adaptado de SANTOS, 1999).

Usados principalmente na agricultura e para controlo de vegetação herbácea, podem igualmente ser usados nos sistemas florestais para controlo de alguns tipos de vegetação. Segundo SILVA e LOPES (2002) a intervenção ao nível do subcoberto dos povoamentos pode ainda processar-se através da utilização de produtos fito-tóxicos, que apresentam condicionalismos de natureza económica (custos elevados) e de natureza ambiental (perigo de contaminação de aquíferos e fauna), e ainda com o facto de, numa primeira fase, o efeito consistir apenas na dessecação das plantas, que pode temporariamente contribuir para aumentar a vulnerabilidade do complexo de combustíveis ao fogo devido à permanência no terreno de plantas secas.

A aplicação de pesticidas pode ser feita com vários tipos de equipamentos, nomeadamente os pulverizadores manuais, os accionados por tractores ou motos, e por meios aéreos (SANTOS, 1999). Podem ser aplicados de diversas formas, pulverizados manualmente ou via aérea, por corte e pulverização da toiça ou injeção no tronco, sendo os seus custos de aplicação elevados, a não ser que sejam aplicados via aérea.

Substâncias Activas

Glyphosato (N-phosphonomethyglycine) – É um forte inibidor da 3-enolpyruvylshikimate-5-phosphate synthase, uma enzima específica das plantas (VOET e VOET, 1998). Várias partes do metabolismo das plantas são perturbadas pela sua acção, particularmente aminoácidos aromáticos (HARTZLER, 2001). É um herbicida sistémico não selectivo (FRANZ *et al.*, 1997). Vários estudos já demonstraram o seu modo particular de acção, o glifusato é altamente tóxico para as plantas e praticamente não tóxico para os animais (WILLIAMS *et al.*, 2000; TATUM, 2004).

No ambiente, o glifusato mostra características particulares. É retido no solo, até níveis elevados, e apesar de tudo, a lixiviação não é significativa (KOOLS *et al.*, 2005). Segundo os mesmos autores quando o glifusato atinge o solo, a degradação por microorganismos é a forma de biodegradação mais comum.

O tempo de residência do glifusato é geralmente inferior a 60 dias, havendo uma completa dissipação entre os 12 a 15 meses (COUTURE *et al.*, 1995).

→ *Objectivo do tratamento*

Erradicar ou controlar a vegetação sob efeito de diversos compostos ou substâncias químicas.

→ *Horizonte de aplicação*

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ

2.3.5 FOGO CONTROLADO

→ Descrição da técnica

Entende-se por fogo controlado o uso do fogo na gestão de espaços florestais, sob condições, normas e procedimentos conducentes à satisfação de objectivos específicos e quantificáveis e que é executada sob responsabilidade de técnico credenciado.

Poucos ou nenhuns meios de gestão florestal podem competir com o fogo no que toca à sua eficiência e custo, sejam eles meios químicos ou mecânicos, sendo o fogo controlado o método menos dispendioso que existe para a execução de inúmeros objectivos e tarefas que possam estar previstas na gestão de uma área (WADE *et al.*, 1989).

O fogo é, seguramente, a técnica de gestão de combustível mais antiga que terá sido utilizada. A sua produtividade e baixo custo justificam o investimento. Segundo REGO (1986), os riscos de efeitos ecológicos negativos são minimizados perante um fogo correctamente planeado e executado. Por outro lado, o fogo controlado parece ser a única técnica compatível com a aplicação da gestão de combustíveis numa escala espacial significativa (FERNANDES, 2006), revelando inclusivamente elevada potencialidade na manutenção de faixas de gestão de combustíveis (MOLINA, 2000).



Fotografias 4 e 5. Fogo controlado em pinhal bravo no Perímetro Florestal de Rio Mau (à direita) e para gestão de matos no Perímetro Florestal da Quinta da Nogueira (à esquerda) (Autor: Pedro Palheiro)

No entanto para REGO (1993b) a utilização de fogo controlado “na redução dos combustíveis florestais depara naturalmente com algumas resistências (...)” pelo que “(...) a reintrodução do fogo nos ciclos naturais dos ecossistemas florestais deverá ser cuidadosamente baseado no máximo de informações disponíveis”.

O fogo controlado é uma técnica que pressupõe uma execução segura, perante correctas condições meteorológicas e processos de ignição apropriados às características do combustível existente e da topografia da região (FERNANDES *et al.*, 2000; BOTELHO *et al.*, 2002; BOTELHO *et al.*, 2008). Tais processos de ignição envolvem a especificação de uma prescrição, a elaboração de um plano de queima com objectivos específicos e um processo de avaliação para um propósito mais científico (BOTELHO *et al.*, 2002).

A prescrição define as condições às quais a execução de uma queima deve obedecer para que os objectivos inicialmente traçados sejam atingidos. A prescrição deve ser definida em função do comportamento do fogo, logo deve ser flexível, para que possa haver modificações em caso de alterações das condições meteorológicas, e ampla, permitindo várias oportunidades de execução durante uma época de queima, mas suficientemente específica para que se cumpram os objectivos propostos (BOTELHO *et al.*, 2002).

O fogo controlado é reconhecido como uma técnica a considerar na elaboração dos planos de defesa da floresta contra incêndios, sendo muitas vezes apontada como a melhor solução quando ponderada a relação custo-eficácia. As acções de fogo controlado devem incidir em zonas que reduzirão o potencial de propagação de um incêndio florestal. As áreas seleccionadas para a realização de acções de fogo controlado deverão ser integradas num plano de fogo controlado, projectado a três ou cinco anos, que deverá ser submetido à apreciação e aprovação da respectiva Comissão Municipal de Defesa da Floresta contra Incêndios.

Poderá ainda procurar-se articulação em locais onde o uso tradicional do fogo para renovação de pastagens é uma realidade. A articulação entre os diferentes *stakeholders* trará benefícios tanto em termos de custos associados, como ao nível a eficiência da gestão a médio e longo prazo, uma vez que o pastoreio pode fazer a manutenção dessas faixas, aumentando o período de retorno das intervenções.

Os meses de Novembro a meados de Março constituem a época mais apropriada para a prática de fogo controlado. Em casos de anos com uma precipitação elevada nos meses de Outubro, este período também poderá ser considerado como potencial para a execução de fogo controlado. Basicamente esta técnica poderá ser utilizada sempre que se reúnam as condições incluídas dentro do intervalo de prescrição previamente

definidas (BOTELHO *et al.*, 2002), desde que utilizada por pessoas capacitadas para o efeito.

É uma técnica de gestão de combustíveis conhecida pelos seus baixos custos e rapidez de execução, podendo gerir-se num só dia vários hectares, que levariam semanas com outro tipo de soluções, podendo ser aplicado numa grande diversidade de terreno e de formações.

→ *Objectivo do tratamento*

- Redução da carga de combustível;
- Manutenção de espaços florestais;
- Defesa da floresta contra incêndios;
- Gestão cinegética;
- Melhoria do habitat;
- Controlo de infestantes;
- Renovação de pastagens;
- Perpetuar espécies dependentes do fogo;
- Promover acessos.

→ *Horizonte de aplicação*

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ

Segundo o Decreto-Lei nº17/2009 de 14 de Janeiro, art. 26º, a realização de fogo controlado pode decorrer durante o período crítico, desde que o índice de risco temporal de incêndio florestal seja inferior ao nível elevado e desde que a acção seja autorizada pela Autoridade Nacional de Protecção Civil.

2.3.6 SILVOPASTORÍCIA

→ *Descrição da técnica*

Para MOREIRA (2006a,b), a pastorícia, “que envolve a criação do mosaico compartimentado do território não é panaceia aplicável para toda e qualquer superfície florestal, estando particularmente vocacionada para aquelas partes do território

abandonadas por uma agricultura que não atrai ninguém ou naquelas zonas de matas que, mesmo quando não totalmente abandonadas pelos seus proprietários, não merecem da parte destes os esforços de gestão que uma boa floresta produtiva exige”, apresentando as seguintes vantagens:

- É uma solução interessante do ponto de vista económico uma vez que parte substancial dos respectivos custos podem ser compensados pelas receitas da produção animal;
- Pode ter um assinalável contributo para o aumento da biodiversidade e para o aumento da riqueza da matéria orgânica no solo;
- A compartimentação da paisagem promove a existência de um agradável e útil mosaico paisagístico para diversos fins;
- Essa compartimentação, ao promover zonas de descontinuidade dos espaços florestais usados pela pastorícia, pode impedir a não acumulação de combustíveis susceptíveis ao fogo contribuindo para o estabelecimento e o êxito das acções de supressão de incêndios;
- Contribui para a preservação das raças autóctones, mais rústicas, bem adaptadas ao terreno e menos exigentes em tratamentos e cuidados alimentares.

A promoção do controle de combustíveis por pastoreio tem permitido o restabelecimento, em algumas regiões, de práticas tradicionais com resultados benéficos em matéria de defesa da floresta contra incêndios. GREEN e NEWELL (1982) estudaram a manutenção de faixas de gestão de combustível através do pastoreio com cabras.



Fotografia 6. Manutenção de faixas de gestão de combustível através do pastoreio com gado caprino (GREEN e NEWELL, 1982)

→ *Objectivo do tratamento*

Redução e manutenção da carga combustível, através de animais.

→ *Horizonte de aplicação*

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ

2.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MÉTODOS DE GESTÃO DE COMBUSTÍVEIS

Seguidamente apresenta-se um quadro síntese listando as principais técnicas de gestão de combustível, e as vantagens e desvantagens de cada uma.

Quadro 1. Quadro comparativo das diferentes técnicas de gestão de combustível (adaptado de PINHO, 2008)

Método	Custo	Necessidade de tratamentos prévios ou complementares	Vantagens	Desvantagens
Mecânico (corta-mato)	Corta-mato de correntes (+), de facas (++), e de martelos (+++), com eficiências variáveis	Não	Não afecta a estrutura do solo, permite alguma selecção de espécies a remover, preserva alguma capacidade regenerativa da vegetação, não requer operadores especializados	Eficiência e custos muito dependentes do tipo de solo e declive, usualmente apenas para pequenos diâmetros, não reduz a quantidade total de combustível lenhoso, pode aumentar localmente o perigo de incêndio por criar um novo estrato contínuo de combustível na superfície do terreno, baixa produtividade. Utilização limitada pelos afloramentos rochosos, declive e compasso e diâmetro das espécies lenhosas.
Mecânico (lâmina)	+	Não	Execução simplificada mesmo em declives acentuados e com maior carga de biomassa, garante uma eliminação mais duradoura da vegetação, não requer operadores especializados	Tem impactes negativos na estrutura e fertilidade do solo, gerador de erosão e de forte impacto na paisagem, apenas utilizável em parcelas ou faixas de pequena dimensão, pode gerar localmente acumulações de combustível
Mecânico (destroçador tipo slashbuster)	(+++)	Não	Muito selectivo e versátil, tratando outros estratos não acessíveis por outros métodos (ex. copado)	Não testado no continente europeu, não reduz a quantidade total de combustível lenhoso, requer operadores especializados
Mecânico (grade)	++	Não	Execução simplificada mesmo em declives acentuados e com maior carga de biomassa, garante uma eliminação mais duradoura da vegetação, não requer operadores especializados	Contribui para a diminuição da fertilidade do solo, afecta a sustentabilidade dos povoamentos a médio/longo prazo, destrói o sistema radicular superficial de povoamentos de quercíneas, podendo contribuir para a disseminação de fungos radiculares
Mecânico (estilhaçador)	++/-	Sim	Incorpora no terreno biomassa mais facilmente decomponível, permite o aproveitamento alternativo de biomassa para outros fins, pouco exigente em termos de operadores	Necessita sempre de tratamento prévio (desramação, desbaste, corte, etc), não reduz a quantidade total de combustível lenhoso presente no solo, pode aumentar localmente o perigo de incêndio por criar um novo

			especializados	estrato contínuo de combustível na superfície do terreno. Exigente em jornas. Limitado pelos afloramentos rochosos, declive e compasso dos povoamentos.
Moto-manual	++++	Sim	Altamente selectivo permite escolher as espécies a cortar ou a manter, adequado para zonas sensíveis do ponto de vista paisagístico, nas interfaces urbanas ou em terrenos declivosos, pedregosos ou com muitos afloramentos rochosos.	Necessita de tratamentos complementares (queima, estilhaçamento, etc), apenas para pequenos diâmetros, requer especialização dos operadores, exigente em jornas. Processo extremamente lento, não adaptado ao tratamento de grandes superfícies.
Fitocidas	++	Sim	De fácil aplicação e eficaz na acção de morte das plantas, pouco exigente em termos de operadores especializados.	Não aplicável em larga escala, em áreas classificadas e em zonas de protecção dos recursos hídricos. Não reduz a quantidade total de combustível lenhoso presente no solo, aumenta localmente o perigo de incêndio por incrementar radicalmente a proporção de combustíveis mortos
Fogo controlado	+	Sim	De baixo custo devido ao elevado rendimento superfície tratada/jorna, simula um importante factor ecológico com efeitos benéficos na manutenção de determinadas espécies ou ecossistemas. Aplicável em solos pedregosos ou declivosos, quando executado por pessoal experimentado permite alguma selectividade das espécies a eliminar.	Muito dependente das condições meteorológicas, não aplicável em zonas com restrições paisagísticas, se mal planeado ou executado pode afectar a sanidade ou valor económico de certos povoamentos ou alastrar, requer especialização de operadores
Silvopastorícia	+/-	Sim	Simula um importante factor ecológico (grandes herbívoros), com efeitos benéficos na manutenção de determinadas espécies ou ecossistemas, aplicável em solos declivosos ou pedregosos e em zonas sensíveis do ponto de vista paisagístico, de baixo ou nulo custo permite ainda aumentar o produto agrícola e potenciar o emprego local nas zonas florestais mais deprimidas	Inexistência de métodos de pastoreio especificamente orientados para a gestão de combustíveis e da composição dos ecossistemas florestais, na ausência de ordenamento silvopastoril pode apresentar impactes negativos no desenvolvimento de alguns ecossistemas (ex. plantações jovens)

2.5 ANÁLISE CUSTO / BENEFÍCIO / PRODUTIVIDADE

Para MOREIRA (2006a,b) a remoção da biomassa a custos aceitáveis só é possível de duas formas: através do fogo controlado ou pela pastorícia, soluções que, provavelmente, poderão ser aplicadas de forma complementar. No entanto, em locais onde nenhuma das técnicas se podem aplicar, devem-se estimar as relações custo-benefício entre o custo de tratamento dos combustíveis e o benefício da redução de perigosidade associado ao risco de perda de valor e ao custo de recuperação da área afectada (RIDEOUT e OMI, 1995).

Os resultados obtidos por MANSO *et al.* (2005) evidenciam a eficácia do fogo controlado na redução da cobertura e altura da vegetação, assim como, do biovolume de combustível. O pastoreio mostrou, essencialmente, um papel importante na manutenção dos efeitos das intervenções de fogo controlado e corte, alargando os seus intervalos de execução, sendo, no entanto, de referir o seu efeito selectivo na composição florística dado que existem agrupamentos vegetais evitados pelos animais perante a disponibilidade de outros.

O corte mecânico tem custos muito elevados para a actual valorização do lenho florestal e coloca o problema suplementar que é o de saber o destino da biomassa removida (MOREIRA, 2006a,b), e tem, como tratamento exclusivo da vegetação, um efeito menos acentuado na redução da vegetação, sendo, no entanto, considerado como um outro tratamento viável na redução da biomassa combustível (MANSO *et al.*, 2005), nas zonas onde o uso do fogo controlado assume um elevado índice de perigosidade, ou onde o uso do fogo ainda não está devidamente estudado (montados, por exemplo).

O Quadro 2 sistematiza os custos médios das operações de gestão de combustíveis florestais.

Quadro 2. Custos das operações de gestão de combustíveis

TIPO DE OPERAÇÃO	CUSTOS				PRODUTIVIDADE DE MÉDIA (ha/dia)
	MÍNIMOS (ha)	CONDIÇÕES DO TRABALHO	MÁXIMOS (ha)	CONDIÇÕES DE TRABALHO	
GRADAGEM PESADA Tractor agrícola de lagartas (90hp)	76,08 *	a) declive de 0 a 5 % b) grau de pedregosidade < a 10% c) vegetação c/ h < 0,30m d) nº de entre linhas > 25/ha ou área a intervir < 75%	126,8 *	a) declive > 25% b) grau de pedregosidade > 50% c) vegetação c/ h > 0,50 m d) nº de entre linhas < 15/ha ou área a intervir > 85%	3,2 a 5,3 *
LIMPEZA COM MOTORROÇADORA (4 a 12 jornas)	359,48 *	a) declive de 0 a 5 % b) percentagem de elementos grosseiros com diâmetro > 100 mm < a 10 %	1078,4 4 *	a) declive > 25 % b) percentagem de elementos grosseiros com diâmetro > 100 mm > 50 %	1
DESTROÇADORES DE MARTELOS	214,92 *	a) declive de 0 a 5%; b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > 100 mm, < a 10%;	376,11 *	a) declive superior a 25%; b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > 100 mm, > 50%;	1 a 2

		c) vegetação herbácea e/ou arbustiva até 1,0 m de altura.		c) vegetação arbustiva com altura > 2,0 m.	
DESTROÇADOR DE FACAS OU CORRENTES	147,96 *	a) declive de 0 a 5%; b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > 100 mm, < a 10%; c) vegetação herbácea e/ou arbustiva até 0,5m de altura.	246,6 *	a) declive superior a 25%; b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > 100 mm, > 50%, c) vegetação arbustiva com altura superior a 1,5m.	1,5 a 3
FOGO CONTROLADO (trabalho especializado) Não incluiu abertura de faixas de contenção	91,1 *	Povoamentos a) declive de 0 a 5 % b) área > 4 hectares c) carga combustível < a 12 t por hectare	455,5 *	Povoamentos a) declive > 25% b) área < a 2 hectares c) carga combustível > 12 t por hectare	1 a 150
	91,1 *	Matos a) declive de 0 a 5 % b) área > 6 hectares	364,4 *	Matos a) declive > 25% b) área < a 2 hectares	
PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS (Fitofarmacó incluído)	98,91 *	Tratamento aéreo	98,91 *	Tratamento aéreo	***

* Valores referentes às tabelas da CAOF - Comissão de Acompanhamento das Operações Florestais 2008/2009

Quanto à eficiência das técnicas, segundo STEPHENS (1998) o fogo controlado, aplicado como única técnica ou em conjunto com operações mecânicas, é eficiente na diminuição do potencial de propagação extremo de incêndios florestais, ao passo que outras técnicas (sem recurso ao uso do fogo) não reduzem efectivamente o comportamento do fogo em situações extremas.

Para KAUFFMAN (2004) o único substituto conhecido dos *incêndios naturais* e impactes associados é o fogo controlado.

2.6 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE OS IMPACTES NA BIODIVERSIDADE ASSOCIADOS A CADA TÉCNICA DE GESTÃO DE COMBUSTÍVEIS

A promoção da biodiversidade é um objectivo da gestão e um requisito para a silvicultura sustentável, pelo que se torna fundamental a compreensão das dinâmicas associadas à heterogeneidade das florestas naturais para delinear estratégias de gestão (LINDENMAYER *et al.*, 2000). Os efeitos das práticas silvícolas devem ser avaliados numa perspectiva de longo prazo que se revela crítica para o planeamento de práticas de gestão sustentáveis e orientadas para a conservação (SCARASCIA-MUGNOZZA *et al.*, 2000).

É igualmente importante reconhecer as perturbações como elementos integrantes dos ecossistemas (WHITE, 1979). Neste contexto, as operações de gestão florestal podem ser entendidas como perturbações que podem ter elevada influência na composição, estrutura e biodiversidade dos espaços florestais (NIEMELÄ, 1999; BENGTTSSON *et al.*, 2000).

Nos últimos anos a investigação sobre a biodiversidade em paisagens florestais tem sido motivada pelo declínio de espécies e perdas de habitat (HALPERN e SPIES, 1995), e o uso de práticas de gestão para simular perturbações e dinâmicas naturais têm sido exploradas em vários estudos (ROBERTS e GILLIAM, 1995; NIEMELÄ, 1999; BENGTTSSON *et al.*, 2000; ATLEGRIM e SJÖBERG, 2004).

Por exemplo, a gestão das florestas com fogo controlado reintroduz um processo histórico de perturbação que falha noutras técnicas silvícolas, e pode promover a heterogeneidade espacial (BOYLES e AUBREY, 2006). Segundo os mesmos autores o fogo tem vindo a ser reintroduzido, essencialmente em sistemas onde a conservação e a biodiversidade e onde a restauração dos processos históricos dos ecossistemas são primordiais.

A hipótese da perturbação intermédia é um modelo que postula que a máxima diversidade é função de perturbações intermédias quanto à dimensão, frequência e intensidade (ROBERTS e GILLIAM, 1995). É expectável o aumento da diversidade com o aumento dos níveis de perturbação até um determinado nível, a partir do qual se verifica o seu decréscimo. Vários autores (BATTLES *et al.*, 2001; SCHUMANN *et al.*, 2003), baseados neste pressuposto, avaliaram o efeito de diferentes práticas de gestão com diferentes intensidades em espécies de várias regiões, e concluíram que perturbações intermédias favorecem a diversidade de espécies.

No entanto, e segundo TORRAS e SAURA (2008), se a frequência da perturbação é muito elevada, as espécies vegetais típicas dos primeiros estágios de sucessões mantêm-se como dominantes, verificando-se redução da diversidade quando comparadas com áreas florestais não geridas. Por outro lado, muitas espécies arbóreas típicas dos primeiros estágios de sucessão não são encontradas em sistemas florestais maduros e estáveis, mas estão presentes em áreas abertas resultantes da exploração (SCHUMANN *et al.*, 2003).

O benefício ou prejuízo evidenciado pelas espécies face a mudanças das condições ambientais promovidas pelas perturbações ou diferentes estratégias de gestão é variável, e conseqüentemente tem efeitos na composição e distribuição das espécies (TORRAS e SAURA, 2008). Contudo, para os mesmos autores a resposta da biodiversidade a práticas silvícolas não está bem estudada na região do Mediterrâneo, área sujeita a forte impactes antrópicos durante séculos, e que é considerado um *hotspot* da biodiversidade.

Na maioria (senão mesmo em todos) dos países que integram ecossistemas susceptíveis ao fogo, e onde este é uma presença constante, registaram-se, em diferentes momentos, políticas de supressão do fogo, com concentração dos instrumentos financeiros nos mecanismos de combate. Em todos eles se registaram episódios de incêndios extremos, ao fim de 20/30 anos de exclusão do fogo, resultado da acumulação de combustíveis e de condições meteorológicas favoráveis. Em resultado dessa situação, voltou a equacionar-se o uso do fogo para gestão de combustíveis, que se tem deparado com algumas resistências, e sido alvo de inúmeros estudos, alguns deles citados nos sub-capítulos seguintes. Este parece ser o principal motivo que justifica o desequilíbrio entre o número de estudos avaliativos da aplicação do fogo controlado, quando comparado com a disponibilidade de documentos sobre os impactes de outras técnicas de gestão de combustíveis socialmente aceites.

2.6.1 VEGETAÇÃO

Avaliar os impactes das práticas silvícolas nas estruturas das comunidades vegetais tem sido objecto de estudo para muitos investigadores (FRANKLIN, 1993; ROBERTS e GILLIAM, 1995; DECOCQ *et al.*, 2004; YOUNG *et al.*, 2005). As práticas de gestão florestal são consideradas como as causas mais significativas de perda da diversidade das espécies vegetais (GILLIAM e ROBERTS, 1995). Todavia, um aumento do número de estudos mostrou que as práticas silvícolas podem ter um efeito neutro ou positivo na riqueza das espécies vegetais do sub-coberto (e.g. BATTLES *et al.*, 2001).

Segundo DELGADO (2001) o fogo controlado pode ter os seguintes efeitos na estrutura da vegetação:

- Efeito notório a curto prazo do fogo controlado sobre a vegetação herbácea e arbustiva, verificando-se, no entanto, a sua rápida recuperação;

- A vegetação herbácea atinge um desenvolvimento máximo cerca de 3 anos depois do fogo, voltando a decrescer após esse período;
- Em contraste, a biomassa arbustiva cresce continuamente após o fogo, recuperando para os valores iniciais cerca de 5 anos após a queima.

O fogo causa temporariamente redução da vegetação de superfície e matéria orgânica, dependendo da sua frequência e intensidade. Todavia a vegetação responde rapidamente, em especial as herbáceas, que podem surgir logo na próxima época de crescimento (VANDERMAST *et al.*, 2004). Por outro lado nem toda a camada orgânica superficial é consumida (FLOYD *et al.*, 2002; KEYSER *et al.* 2004; TRAMMELL *et al.*, 2004) e as queimas podem criar um mosaico de vegetação no solo florestal (FORD *et al.*, 1999). A matéria orgânica parece recuperar cerca de 3 anos depois da queima (GAGAN, 2002). A menos que o objectivo da aplicação das queimas seja reduzir dramaticamente a densidade de copas, as espécies arbóreas mantêm-se depois das queimas, fornecendo sombra para reduzir a variação da temperatura no solo florestal e permitir a retenção de humidade (FORD *et al.*, 1999).



Fotografia 7. Área de pastorícia sujeita a acções de gestão com fogo controlado em Gouveia (Autor: Adriano Germano)

Os resultados obtidos por MOREIRA *et al.* (2003) sugerem que para uma melhor recuperação da vegetação herbácea as queimas devem ser efectuadas em intervalos de tempo de 2-3 anos.

No que respeita ao uso dos animais para efeitos de gestão de combustíveis, um dos grandes obstáculos prende-se com a selectividade de espécies a serem consumidas pelos animais. Segundo MASSON (1995) a *Erica arborea* é uma espécie consumida por todos os animais, ao contrário do *Cistus monspeliensis* que dificilmente é consumido, exceptuando pelas cabras, durante a época de Inverno. CAMARDA *et al.* (2004) refere que a composição florística poderá ser alterada pelo pastoreio uma vez que muitos animais têm preferência por espécies como o *Arbutus unedo*, *Cistus salvifolius* e a *Phillyrea latifolia*, em detrimento de espécies tóxicas como a *Euphorbia dendroides* ou a *Anagyris foetida*, espécies espinhosas como a *Calycotome villosa* ou a *Genista* sp., ou porque são preteridas na presença de outras, como o *Cistus monspeliensis*, a *Phillyrea angustifolia* ou o *Rhamnus alaternus*.

O uso do fogo e o pastoreio estão intimamente relacionados, e segundo RIGOLOT *et al.* (2002) queimas controladas, seguidas de pastoreio e a aplicação de fogo para manutenção do sistema, de 1 a 7 anos mais tarde, garantem a sustentabilidade das comunidades vegetais.

No que concerne às operações mecânicas sobre os combustíveis, a mais agressiva consiste no corte raso. Grandes áreas de corte raso criam novas condições ambientais, de elevada homogeneidade, e que promovem o aparecimento de espécies heliófilas pioneiras que rapidamente colonizam as áreas abertas, como por exemplo o *Pinus halepensis* ou o *Quercus coccifera* (MONTÈS *et al.*, 2004). BRASHEARS *et al.* (2004) observaram um rápido crescimento de espécies heliófilas favorecido por cortes rasos, causando mudanças significativas na composição de povoamentos de folhosas. BROKAW e LENT (1999) também verificaram que a estrutura simples vertical em povoamentos cortados pode ser explicada pela baixa riqueza de espécies arbóreas observadas. Por outro lado WANG e NYLAND (1993) observaram um aumento de espécies heliófilas, mas neste caso foram responsáveis por um aumento da riqueza após o corte, porque a composição inicial era dominada por um pequeno conjunto de espécies tolerantes à sombra. O aumento da diversidade de espécies arbóreas após o corte foi igualmente reportado por CROW *et al.* (2002) e por ROWLAND *et al.* (2005).

De salientar ainda que operações desta natureza nas imediações de áreas onde se verifique a presença de espécies invasoras podem constituir uma via para a invasão de áreas maiores (MERRIAM *et al.*, 2007).

2.6.2 FAUNA

Pequenos mamíferos

As populações de pequenos mamíferos podem ser afectadas directamente ou indirectamente pelo fogo controlado (BRENNAN *et al.*, 1998). A mortalidade directa pode depender da intensidade do fogo, assim como da condição fisiológica dos animais (MONROE e CONVERSE, 2006). Queimas controladas realizadas na Primavera podem causar mais mortalidade uma vez que muitos destes animais se encontram em período de reprodução (SMITH, 2000). Para o mesmo autor a alteração de habitat pode ter um impacte mais significativo do que a mortalidade directa provocada pelo fogo. Verifica-se que em áreas intervencionadas na Primavera existe uma maior cobertura de resíduos grosseiros que são importantes elementos do habitat de muitas espécies de pequenos mamíferos (LEE, 2004), quando comparadas com áreas intervencionadas no Outono (KNAPP *et al.*, 2005). Da mesma forma, áreas sujeitas a queimas na Primavera apresentam maior cobertura do sub-bosque um ano após a intervenção do que áreas intervencionadas no Outono (KNAPP *et al.*, 2007).

MONROE e CONVERSE (2006) não encontraram diferenças entre os dois períodos em que foram realizadas as queimas, nem impactes significativos, resultantes do fogo controlado, nas comunidades de pequenos mamíferos estudados. No entanto estes dados podem ser diferentes dependendo da qualidade do habitat antes da realização das queimas (CONVERSE *et al.*, 2006).

Os estudos desenvolvidos por DELGADO (2001) permitiram concluir que as populações de pequenos mamíferos não pareceram ser muito influenciadas pelo fogo. MONZÓN *et al.* (2004) evidenciam o recurso ao uso do fogo para aumentar a heterogeneidade espacial em comunidades de matos para promover o aumento da abundância do coelho-bravo.

Avifauna

O aumento do recurso ao uso do fogo como uma ferramenta de gestão tem vindo a gerar uma crescente preocupação sobre as consequências da sua utilização, especialmente no que respeita aos efeitos do fogo controlado na biodiversidade (PONS *et al.*, 2003).

As aves, em particular os passeriformes nidificantes, têm sido usados com sucesso para avaliar as alterações ecológicas à escala da paisagem decorrentes ou não de acção antrópica (BLONDEL e FARRÉ, 1988; HANSEN e URBAN, 1992; TELLERÍA *et al.*, 1992; PREISS *et al.*, 1997).

PONS *et al.* (2003) estudaram o uso tradicional do fogo, em sistemas montanhosos, para renovação de pastagens (queima de matos, seguido de pastoreio, com uma manutenção do sistema através do uso do fogo em períodos de 1 a 7 anos) e os impactes na avifauna. Os seus resultados demonstraram que esta forma de exploração e gestão da terra coincide em muitos pontos com objectivos de conservação, e provaram trazer benefícios para a conservação de aves. Foi ainda observado que, em áreas não ardidadas há muito tempo, se registava uma elevada abundância de aves, mas uma menor riqueza de espécies e com menor valor de conservação.

Segundo MOREIRA *et al.* (2003) o fogo afecta temporariamente a abundância das aves mas não a riqueza de espécies, provavelmente devido às reduzidas dimensões das parcelas de queima. As queimas maiores podem provavelmente ser realizadas sem efeitos prejudiciais na diversidade das espécies. Os mesmos autores verificaram que após 5 anos, a estrutura da vegetação e abundância das aves era similar nas parcelas de controlo, sugerindo que este intervalo de tempo entre queimas garante a manutenção da diversidade das aves à escala dos povoamentos. Não obstante, os objectivos da prevenção de incêndios florestais, estes dados devem igualmente ser tomados em consideração aquando da definição da frequência do fogo controlado.

Foram observados efeitos do fogo de curto prazo sobre a frequência de aves, provocando uma diminuição global da sua abundância, nomeadamente de espécies dependentes do estrato arbustivo. No entanto, na segunda Primavera após o fogo esta diferença era negligenciável. A diversidade global de espécies (medida como riqueza específica) não era influenciada por nenhuma das variáveis de vegetação influenciadas pelo fogo. No entanto observou-se redução no número de espécies que dependem do estrato arbustivo para nidificar devido à diminuição da cobertura de tojo (*Ulex spp.*) (DELGADO, 2001).

Para a manutenção da riqueza de aves é recomendada a manutenção de aproximadamente 10% do coberto arbustivo (PÄRT e SÖDERSTRÖM, 1999), em particular

de espécies susceptíveis (por exemplo o *Juniperus communis* referido por GARCÍA *et al.* (1999)).

As consequências da intensidade do pastoreio devem ser avaliadas no que respeita aos seus impactes na riqueza de espécies e abundância, uma vez que pode verificar-se neste caso uma relação negativa (JANSEN *et al.*, 1999).

Herpetofauna

Os habitats preferenciais de anfíbios e répteis podem ser eliminados ou alterados por factores relacionados com a perturbação dos ecossistemas entre os quais factores relacionados com a gestão de combustíveis como o uso do fogo (BURY *et al.*, 2000; PILLIOD *et al.*, 2003). Alterações na percentagem de coberto vegetal e na vegetação do sub-bosque pode resultar em ambientes mais secos ao nível do solo (PILLIOD *et al.*, 2003). A redução ou eliminação de árvores nas linhas de drenagem naturais e linhas de água temporárias ou permanentes pode alterar a temperatura e química da água e alterar o regime de escoamento nesses locais, e assim modificar os habitats de refúgio para os anfíbios (GRESSWELL, 1999; PILLIOD *et al.*, 2003).

DELGADO (2001) refere que estudos efectuados em parcelas de fogo controlado no Perímetro Florestal de Entre Vez e Coura não foram observados efeitos negativos sobre as populações de anfíbios e répteis. Estas conclusões são coincidentes com estudos conduzidos noutros países, que indicam que os níveis de mortalidade directa nos anfíbios pelo fogo é baixa (FLOYD *et al.*, 2002), que o fogo tem impactes reduzidos nos níveis de diversidade e abundância neste grupo de animais (FORD *et al.*, 1999; FLOYD *et al.*, 2002; KEYSER *et al.*, 2004), e que pode inclusivamente registar-se aumento na abundância de alguns répteis.

A baixa mortalidade directa verificada pode dever-se ao facto dos anfíbios preferirem ambientes húmidos, menos susceptíveis ao fogo, ou em túneis subterrâneos semelhantes aos dos pequenos mamíferos, e que os isola do fogo (RUSSELL *et al.*, 1999; PILLIOD *et al.*, 2003). Para os répteis foi reportado uma grande abundância e diversidade após as queimas (KEYSER *et al.*, 2004). Estes autores acreditam que a redução da camada superficial de matéria orgânica e de parte do sub-bosque resultam na melhoria das condições de termoregulação de alguns répteis.

Nos estudos analisados também não se verificou efeitos significativos relativamente ao período em que foram realizadas as queimas, embora se verifique que nas queimas controladas realizadas durante períodos mais quentes (finais de Primavera) existe um maior consumo da vegetação pelo fogo (KEYSER *et al.*, 2004). Não há registos de desaparecimento local de nenhuma espécie nas parcelas estudadas (FORD *et al.*, 1999; FLOYD *et al.*, 2002).

A não ser que as condições locais sejam de extrema secura, regista-se sempre a permanência de resíduos florestais e de combustíveis vivos após a realização de uma queima controlada (VAN LEAR e HARLOW, 2000; TRAMMELL *et al.*, 2004), e assim mantém-se as condições necessárias para a sobrevivência de anfíbios e répteis (RENKEN, 205).

Embora não hajam estudos suficientes sobre os efeitos indirectos do fogo nas linhas de água, é possível que se verifiquem alguns efeitos ao nível do aumento das taxas de sedimentação. O aumento da temperatura da água devido à redução da cobertura do copado, e o aumento de resíduos florestais nas linhas de água podem alterar o regime do caudal e permitir o aumento da concentração de químicos na água (GRESSWELL, 1999; PILLIOD *et al.*, 2003). Os anfíbios com preferência por sistemas aquáticos com água corrente podem ser sensíveis a estas mudanças (BURY *et al.*, 2000; PILLIOD *et al.*, 2003).

Estes animais têm padrões de actividade sazonais pelo que se as queimas forem programadas para os períodos de baixa actividade das espécies, elas resultarão em baixa ou nula mortalidade, e as necessidades em termos de habitat manter-se-ão ou poderão ser melhoradas com as intervenções (RENKEN, 2005). Segundo o mesmo autor incêndios infrequentes resultam em baixa mortalidade e em impactes insignificantes nas comunidades de anfíbios e répteis.

No entanto, serão necessários estudos mais detalhados para compreender os potenciais efeitos do fogo sobre este grupo de vertebrados (DELGADO, 2001).

Operações mais severas como cortes rasos podem afectar negativamente as populações locais de anfíbios (HARPOLE e HAAS, 1999; RUSSELL *et al.*, 2004). A resposta dos répteis às reduções do coberto ao nível do copado está menos estudada, todavia é expectável que algumas espécies possam aumentar em resultado destas intervenções (GREENBERG, 2001; RUSSELL *et al.*, 2004). A remoção de árvores resulta em maior disponibilidade de luz, aumento da temperatura e diminuição da humidade, e redução da manta morta

(GREENBERG e WALDROP, 2008). Estas alterações podem provocar a dessecação dos anfíbios mas também facilitar o movimento e os processos de termoregulação de muitos répteis (RUSSELL *et al.*, 2004; RENKEN, 2005).

Em resumo não são previsíveis impactes significativos na composição de dos répteis e anfíbios resultants das acções de gestão de combustível seja por gestão mecânica da vegetação do subcoberto, seja por fogo controlado. A opção pela remoção total da vegetação parece ser a solução mais agressiva para este conjunto de espécies.

Os resultados obtidos por GREENBERG e WALDROP (2008) permitem concluir que os métodos de gestão de combustível por eles analisados não afectam negativamente os anfíbios e os répteis em termos da sua abundância e diversidade. Ainda acrescentam que o uso de fogo para redução da percentagem de coberto arbóreo (desbaste térmico) pode ser usado para aumentar a abundância dos répteis sem aparente efeito adverso na abundância de anfíbios. Todavia a frequência das acções, e o período do ano em que são aplicadas podem alterar os resultados apresentados, pelo que se sugere a monitorização das acções realizadas para obter melhores aproximações sobre os seus impactes neste grupo de espécies.

Insectos

Pouco se tem estudado sobre o impacte das técnicas de gestão de combustível nas comunidades de insectos. O fogo controlado parece, também aqui, ser a técnica mais analisada a este nível, muito motivada pela necessidade de se diferenciarem os impactes dos incêndios florestais dos que são provocados pelo fogo controlado, particularmente em ecossistemas susceptíveis ao fogo.

Alguma investigação tem sido conduzida no sentido de descrever a utilidade do fogo no controlo de pragas de insectos, enquanto outra tem explorado os efeitos do fogo em vários grupos de artrópodes (SIEMANN *et al.*, 1997; MCCULLOUGH *et al.*, 1998; ZIMMER e PARMENTER, 1998; NE'EMAN *et al.*, 2000; NIWA e PECK, 2002; HANULA e WADE, 2003).

ABBOTT (1984) não encontrou diferenças significativas na abundância total de artrópodes entre áreas não ardidadas e áreas sujeitas a fogo controlado, imediatamente após as queimas, embora tenha verificado menor abundância em determinados taxa. Segundo NIWA e PECK (2002) a resposta dos carabídeos e das aranhas ao fogo controlado

é numericamente significativa, embora se verifiquem diferenças entre as diferentes espécies.

NIWA e PECK (2002) verificaram que a abundância de carabídeos é menor em áreas sujeitas a fogo controlado, quando comparadas com áreas não ardidadas, e que tal poderá dever-se ao período em que são realizadas as queimas e em que estes organismos se encontram numa das duas etapas de desenvolvimento mais sensíveis (ovos ou larvas). Contudo, BEAUDRY *et al.* (1997) encontrou maior abundância de carabídeos em povoamentos florestais sujeitos a corte, e a corte seguido de fogo controlado, do que nas áreas adjacentes não geridas.

Em contraste, há uma enorme diferença entre grupos de famílias de aranhas, umas mais abundantes em áreas sujeitas a fogo controlado (famílias *Gnaphosidae*, *Dictynidae* e *Lycosidae*) e outras mais abundantes em áreas não ardidadas (famílias *Antrodiaetidae*, *Thomisidae*, *Cybaeidae* e *Linyphiidae*) (NIWA e PECK, 2002). Para os mesmos autores a explicação para esta evidência é complexa, mas parece ser fortemente influenciada por mudanças na estrutura das comunidades do sub-bosque. Todavia tais diferenças podem também dever-se a diferentes estratégias de sobrevivência e padrões fenológicos.

Uma vez que as acções de fogo controlado são espacialmente heterogéneas e de baixa intensidade, permanecem nas parcelas de gestão muitos locais de refúgio não afectados pela passagem das chamas que permitem a sobrevivência de muitos indivíduos que facilitam o restabelecimento das populações (NIWA e PECK, 2002).

Outro grupo de extrema importância é o dos insectos polinizadores. As práticas de gestão em áreas florestais devem tentar minimizar os impactes nos sistemas usados por estas espécies (CAMPBELL *et al.*, 2007). O fogo pode afectar polinizadores importantes, como as abelhas ou as borboletas, seja directamente por mortalidade relacionada com a progressão do fogo, seja indirectamente pela limitação de recursos florísticos (HERMANN *et al.*, 1998). Todavia o fogo pode ter um efeito positivo na diversidade e crescimento das plantas, dependendo da sua intensidade e frequência (KERSTYN e STILING, 1999). Em algumas áreas, as queimas periódicas ajudam a manter a diversidade florística, a proteger algumas plantas de doenças e a promover o crescimento de herbáceas (WALDROP *et al.*, 1992; KERSTYN e STILING, 1999). POTTS *et al.* (2003) observou o declínio de algumas comunidades de abelhas imediatamente após o fogo, e registou a sua rápida

recuperação em abundância e diversidade nos dois primeiros anos pós-fogo. O fogo pode beneficiar os insectos polinizadores, mas o seu efeito deve ser melhor estudado.

As acções de gestão florestal podem ser conduzidas no sentido de terem um impacto positivo na comunidade de polinizadores em termos da sua abundância e diversidade. No estudo desenvolvido por CAMPBELLA *et al.* (2007) o controlo de matos por meios mecânicos seguido de fogo controlado mostrou ser a melhor solução para incrementar a abundância deste conjunto de espécies. Os autores acrescentam que queimas e desbastes periódicos podem criar condições favoráveis aos polinizadores a longo prazo, em especial em ecossistemas onde o fogo é uma constante ecológica. Todavia, é fundamental explorar parâmetros como a frequência e intensidade do fogo e seus efeitos neste grupo de insectos.

Outro aspecto a ter em atenção centra-se na presença de insectos vectores de doenças, em particular do nemátodo. Neste caso é necessário ter em consideração que:

- Na generalidade a oviposição de muitos insectos é estimulada pelo calor e pelo fumo;
- O pinheiro-bravo, o pinheiro-silvestre e o pinheiro-larício são espécies muito susceptíveis ao nemátodo;
- A fêmea do insecto vector procura árvores debilitadas ou mortas para fazer a postura;
- As árvores queimadas são atractivas devido à libertação de compostos voláteis, e favoráveis ao desenvolvimento de muitas espécies de insectos sub-corticais e xilófagos;
- A dispersão da doença pode ocorrer entre Abril e Outubro;
- Na generalidade os insectos vectores iniciam o período de voo entre Maio e Junho, e as posturas são maiores nas primeiras semanas após a emergência, que atinge o seu auge em Junho/Julho;
- Os insectos adultos vivem cerca de 60 dias.

Uma vez que a emergência do insecto coincide com o período crítico de incêndios florestais, a urgência da gestão de combustíveis assume prioridade nestas áreas mais sensíveis, a fim de evitar a propagação da doença através de mosaicos ardidos. Não havendo árvores debilitadas pelo fogo, para efeitos de gestão de combustíveis será mais

prudente fazer as queimas em Novembro/Dezembro, e evitar as acções nos meses mais próximos à emergência do insecto.

2.7 SERVIÇOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS A CADA TÉCNICA

As paisagens florestais são sistemas complexos, responsáveis por um conjunto de processos ecológicos que proporcionam condições ambientais e paisagísticas específicas, sendo, pela sua natureza, um espaço multifuncional, onde podemos encontrar um mosaico de funções diversificado (HANN *et al.*, 2001; BORGES, 1999).

A floresta exerce funções ao nível da ocupação do território e de equilíbrio ambiental, sendo igualmente impulsora de interesses e conflitos de complexa conciliação, que criam problemas de gestão territorial, devido ao carácter diverso e por vezes contraditório das funções em presença (GÓMEZ e GUZMÁN, 2004; GUIOMAR *et al.*, 2007). Os espaços florestais são fornecedores de um conjunto de recursos, e têm a eles associados actividades que importa preservar.

As políticas florestais actuais evidenciam a preocupação com o desenvolvimento de práticas de gestão sustentável das florestas que permitam simultaneamente a exploração de bens e serviços, e a preservação dos atributos estruturais e funcionais dos ecossistemas florestais (RILEY, 1995; THOMAS *et al.*, 2006).

Esta mudança de paradigma decorre essencialmente de alterações evidenciadas na estrutura e função dos ecossistemas florestais, no potencial de perda da biodiversidade, e no aumento da perigosidade de incêndio florestal associado à acumulação de combustíveis, que conduziram à necessidade de se encetarem esforços na restauração destas áreas (COVINGTON *et al.*, 1997; ALLEN *et al.*, 2002). A estas evidências não será alheio o fenómeno relacionado com o abandono do espaço rural (BERNALDEZ, 1991; PINTO-CORREIA, 1993; MORENO *et al.*, 1998; PINTO-CORREIA *et al.*, 2006).

Nas últimas décadas, muitas das tradicionais paisagens multifuncionais mediterrâneas sofreram mudanças radicais, principalmente nas suas componentes agro e silvo-pastoris, essencialmente devido a mudanças nos métodos e nas técnicas de produção. Estes complexos sistemas agrícolas asseguravam uma complexa rede funcional de produção que permitia assegurar, em simultâneo, factores recreativos, a preservação da identidade cultural, a preservação dos recursos naturais e a qualidade ambiental (PINTO-

CORREIA e VOS, 2004). O despovoamento verificado nas zonas rurais do interior, com tendência para ocorrer de forma mais acentuada, configura consequências sociais, económicas e ambientais graves (ALVES *et al.*, 2003) e conduziu a alterações significativas ao nível da ocupação e uso do solo, e da organização dos espaços rurais. PINTO-CORREIA *et al.* (2006) identifica um conjunto de processos de abandono que importam salientar:

- O abandono da terra afecta sobretudo áreas de actividade florestal, onde a actividade agrícola também tem tendência a perder importância;
- O abandono da agricultura afecta sobretudo as áreas peri-urbanas, acentuando a fragmentação e desorganização territorial;
- Algumas áreas não têm usos directamente produtivos o que frequentemente se associa a abandono, sendo sobretudo áreas com condições biofísicas extremas o que limita claramente o uso.

Esta é, para PINHO *et al.* (2006), a raiz dos problemas dos incêndios florestais, que reside essencialmente no colapso das sociedades rurais tradicionais e na consequente perda de utilidade directa e abandono dos espaços silvestres. Estas mudanças no uso do solo permitem a acumulação de mais carga combustível e de maior inflamabilidade, e têm potenciado o agravamento dos incêndios florestais, em número, intensidade e severidade, verificando-se igualmente a diminuição do período de recorrência em determinadas localizações (BOTELHO *et al.*, 1990, BOTELHO, 1993; SWETNAM e BETANCOURT, 1998; COVINGTON *et al.*, 2001; DUGUY, 2003; ROMERO-CALCERRADA e PERRY, 2004).

Estudos prévios efectuados (TURNER, 1989; TURNER e DALE, 1991; LLORET *et al.*, 2002; PEREZ *et al.*, 2003) mostram que o abandono agrícola e o correspondente aumento da perigosidade de incêndio florestal está relacionado com o aumento da homogeneidade espacial. Esta homogeneização do território pode estar relacionada com três factores principais:

- Reconversão das actividades agrícolas tradicionais e de vastas superfícies agro-silvo-pastoris, que compartimentavam e estruturavam o território, em povoamentos florestais monoespecíficos densos e contínuos (DUGUY, 2003; GUIOMAR e RAMALHO, 2006);

- Abandono de campos de cultivo que permitem o estabelecimento de comunidades de matos contínuos em larga escala (DUGUY, 2003; SANTOS *et al.*, 2003), nomeadamente com espécies resistentes a factores de perturbação, que se instalam com rapidez e de elevada combustibilidade;
- Diminuição do período de recorrência de incêndios florestais de elevada severidade, e em grande extensão, que permitem a instalação de sucessões secundárias com espécies esclerófilas perenifólias características dos ecossistemas mediterrânicos, e que estão muitas vezes relacionadas com perturbações resultantes de acção antrópica durante largos períodos de tempo (AERTS, 1995; LUIS-CALABUIG *et al.*, 2000; VOGIATZAKIS *et al.*, 2006), e que podem estar relacionados com a ausência de auto-sucessões reportadas em diferentes comunidades vegetais dominadas por espécies germinativas (DÍAZ-DELGADO *et al.*, 2002; LLORET *et al.*, 2003; PAUSAS *et al.*, 2004; RODRIGO *et al.*, 2004; DE LUÍS *et al.*, 2006).

É difícil estabelecer os padrões de regeneração uma vez que eles são fortemente influenciados pelas condições locais (histórico de perturbações, condicionantes espaciais, produtividade do local), comportamento do fogo (especialmente variável), ou outros fenómenos oportunistas (TURNER *et al.*, 1998; DÍAZ-DELGADO *et al.*, 2002; PAUSAS, 2003).

Para VALLEJO (1996) o processo de recuperação da vegetação pós-incêndio depende ainda do regime dos incêndios e do comportamento das espécies. Alguns estudos sugerem que as mudanças no regime do fogo podem produzir alterações na composição e estrutura da vegetação (ZEDLER *et al.*, 1983), e que a resiliência dos ecossistemas pode diminuir significativamente com o aumento da frequência de incêndios (DÍAZ-DELGADO *et al.*, 2002). Este facto é especialmente relevante nas comunidades dominadas por espécies de sementes duras, que necessitam de tempo suficiente para produzir sementes viáveis capazes de sobreviver a incêndios sucessivos (KEELEY, 1986; VALLEJO e ALLOZA, 1998). DELITTI *et al.* (2004) verificou situações com ciclo de fogo inferior a 5 anos, registando uma diminuição expressiva de acumulação de biomassa de *Quercus coccifera* L., que, segundo FERRAN *et al.* (2005), poderá estar associada à perda significativa de nutrientes no sistema solo-planta. Depois de grandes incêndios, os processos de sucessão são ainda mais imprevisíveis uma vez que são influenciados pela

heterogeneidade espacial criada pelo fogo e, em particular, pelos padrões heterogéneos de sobrevivência e propagação dos organismos (TURNER *et al.*, 1998).

Neste contexto as mudanças no uso e ocupação do solo do solo e o fogo podem ser consideradas os dois maiores factores (e interconectados) nas paisagens da bacia do Mediterrâneo. As condições actuais do território dependem assim fortemente de perturbações periódicas (NAVEH, 1994). Estas perturbações têm evidentes impactes nas funções dos ecossistemas, nomeadamente nas funções de regulação, e a estratégia de restauração e protecção devem ter em consideração todos estes factores.

Os incêndios florestais, para além de causar danos financeiros directos, também conduzem ao declínio das funções sociais da floresta e à perda de bens e serviços gerados por estes ecossistemas (ELORRIETA e REY, 2004; GUIOMAR *et al.*, 2007a). Estes impactes evidenciam a necessidade de atribuir valor aos benefícios ambientais gerados pelos espaços florestais, e determinar o tipo de incentivos a atribuir que facilitem os mecanismos de defesa da floresta contra incêndios, no sentido da gestão sustentável dos espaços florestais, optimizando os valores e funções (económicas, sociais e ambientais) a eles associados.

A multifuncionalidade dos espaços florestais, como prática cultural tradicional, permite a diversificação paisagística, o desenvolvimento de nichos de mercado complementares e alternativos, a valorização de produtos e a promoção do emprego (GUIOMAR *et al.*, 2007a). É neste equilíbrio entre a valorização do espaço e a premente necessidade de o defender, que a multifuncionalidade do território assume o seu maior expoente.

Entre os serviços ambientais associados aos espaços florestais destacam-se o sequestro de carbono, a protecção da biodiversidade, a conservação de recursos hídricos, a paisagem, o recreio e os valores de opção e existência (DGRF, 2007).

A dificuldade em construir e manter as estruturas de defesa da floresta contra incêndios, evidencia a necessidade de associá-las a actividades que permitam uma relação custo-benefício favorável, e de garantir um zonamento territorial de áreas, com maior heterogeneidade ao nível do uso, com descontinuidades que ofereçam resistência à progressão do fogo e optimizem os benefícios face às diferentes condicionantes presentes, sejam elas o custo da sua criação e manutenção, a facilidade de combate aos incêndios, ou o impacte paisagístico (GUIOMAR *et al.*, 2007a).

SALAVESSA e ALMEIDA (2001) referem que as estruturas produtivas do sector primário devem ser orientadas para a optimização de culturas que possam ser exploradas com base na multifuncionalidade sustentável dos territórios. Os mesmos autores evidenciam o contributo que a caprinicultura dá na gestão e preservação do sub-coberto florestal, na fertilização e enriquecimento orgânico dos solos, na humanização da paisagem e povoamento da floresta.

O aproveitamento energético da biomassa também deve ser tido em conta, mas integrado num conjunto mais alargado e complexo de actividades de gestão territorial, a uma escala de análise e gestão regional (FERNANDES, 2007), para o qual ainda estamos muito longe de estar preparados.

Em regiões onde o fogo é uma constante ecológica, as práticas de restauração podem incluir o desbaste de árvores de pequeno diâmetro e fogo controlado, cujo objectivo consiste no restabelecimento da estrutura de povoamento e de um regime de fogo de baixa intensidade, característico destas áreas.



Fotografias 8 e 9. Área de povoamento de *Pinus pinaster* sujeito a acções de gestão de combustível com fogo controlado junto à Barragem de Almargem (Autor: Nuno Guiomar)

O desbaste ou outras técnicas mecânicas de gestão de combustíveis florestais não permitem, por si só, eficácia na defesa da floresta contra incêndios e o restauro dos ecossistemas florestais.

3. TAREFA 3.2.02 REALIZAÇÃO DE ENSAIOS COMPARATIVOS DE GESTÃO E CONTROLE DE MATOS UTILIZANDO TÉCNICAS MOTO-MANUAIS OU POR IMPLEMENTAÇÃO DE TÉCNICAS DE FOGO CONTROLADO EM ÁREAS SIMILARES

3.1 NOTA INTRODUTÓRIA

O presente relatório descreve o conjunto de trabalhos realizados para o cumprimento de parte da Tarefa 3.2.02 do Projecto Biodiversidade (Implementação de um programa de gestão de matos e promoção da biodiversidade na envolvente da Albufeira de Castelo de Bode).

A Tarefa 3.2.02 consiste sumariamente na selecção, instalação e realização de ensaios comparativos de gestão e controlo de matos utilizando diferentes técnicas de gestão de combustíveis, nomeadamente técnicas moto-manuais ou fogo controlado.

A instalação e realização dos ensaios está dependente do processo de identificação dos proprietários e obtenção das autorizações para que seja possível prosseguir com os trabalhos.

A análise consistiu assim na identificação e selecção das zonas com condições mais adequadas para a instalação das parcelas de estudo e posterior validação no campo. A selecção dos locais para instalação das parcelas experimentais baseou-se nos seguintes pressupostos:

- Zonas com combustíveis arbustivos e de características homogéneas (estrutura, espécie, composição);
- Classificação e selecção de zonas com declives inferiores a 20° (graus) e homogéneos ao longo da parcela;
- Selecção de zonas com área superior a 5 hectares;
- Selecção de zonas com homogeneidade de exposição solar;
- Boas acessibilidades.

A metodologia, dificuldades de implementação inerentes às características do local, as características da vegetação e resultados esperados serão abordados no presente documento.

3.2 METODOLOGIA PARA A SELECÇÃO DAS PARCELAS

As restrições iniciais para a selecção das parcelas consistem na selecção de um ou vários locais que permitam instalar 60 parcelas de estudo de 50x50 metros, perfazendo um total aproximado de 15 hectares. Estes locais, dado que se pretende comparar diferentes tratamentos, necessitam de ter características homogéneas que permitam a análise e tratamento estatístico dos resultados obtidos.

A Albufeira de Castelo de Bode possui um perímetro de 349,14 quilómetros, com muitas zonas inacessíveis a veículos, e outros locais com declives bastante acentuados, ou de grande diversidade de espécies. Tentou-se ainda realizar a selecção das parcelas, em zonas com acesso fácil.

A metodologia consistiu na análise e selecção de locais com características homogéneas (de acordo com as variáveis topográficas e de estrutura do combustível) e com dimensão adequada para a instalação das parcelas de estudo. A selecção inicial dos locais foi realizada em gabinete (de acordo com a metodologia descrita abaixo) e validada posteriormente no terreno.

A análise e selecção das áreas potenciais foi obtida através da análise da informação geográfica existente e fornecida pela EPAL, nomeadamente, limite da albufeira, modelo digital de terreno e uso do solo (Figura 1). A partir desta informação de base, foram seleccionadas as zonas de acordo com a descrição abaixo.

Nota: As cartas nas figuras, representam apenas parte da Albufeira para fins de representação gráfica. A análise foi estendida a todo o perímetro.

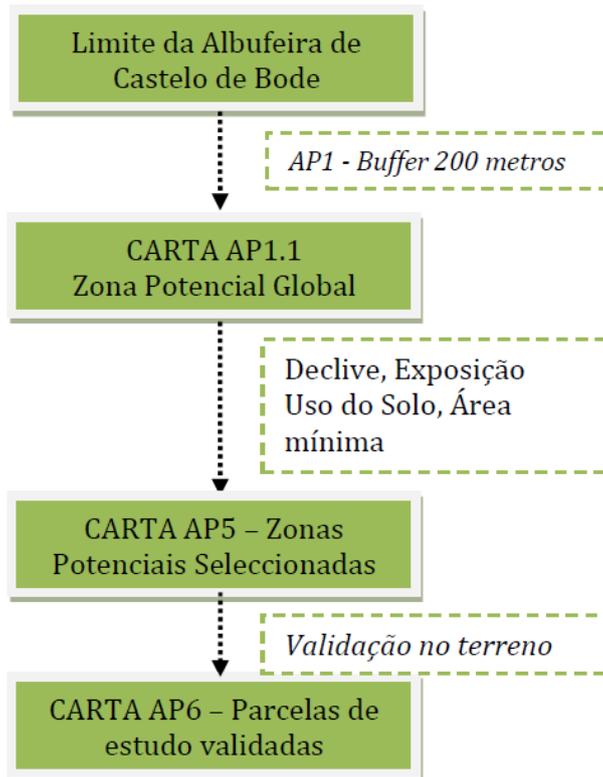


Figura 1. Metodologia para selecção e validação das parcelas de estudo.

CARTA AP1: Identificação geral da área de estudo. A zona deverá ser contígua aos limites da Albufeira de Castelo de Bode, numa distância não superior a 200 metros. Foi realizado um *buffer* de 200 metros em torno do perímetro da Albufeira.

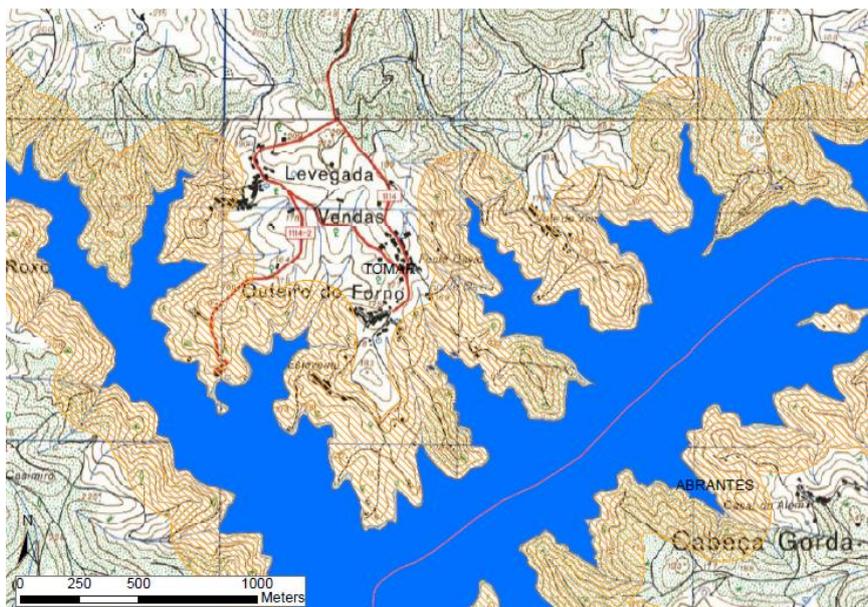


Figura 2. Carta AP1 - Identificação geral da área de estudo (a amarelo)

CARTA AP2: A partir da informação sobre o uso do solo, foi realizada a selecção das zonas de matos ou áreas ardidadas recentes (inferiores a 3 anos) dentro da zona AP1.



Figura 3. Carta AP2 – selecção das zonas potenciais com base no uso do solo actual (a laranja)

CARTA AP3: Para os locais seleccionados, foi calculada a carta de declives a partir do modelo digital de terreno e eliminadas as zonas AP2 com declive superior a 20°, devido a limitações de utilização de métodos mecânicos.

A carta de declives foi classificada nas classes (valores em graus):

- 0 – 5°
- 5 – 10°
- 10 – 15°
- 15 – 20°
- >20°

Posteriormente a carta AP3 foi reclassificada em duas classes: 0 – 20° (a verde na Figura 3) e superior a 20° (a vermelho na Figura 4).

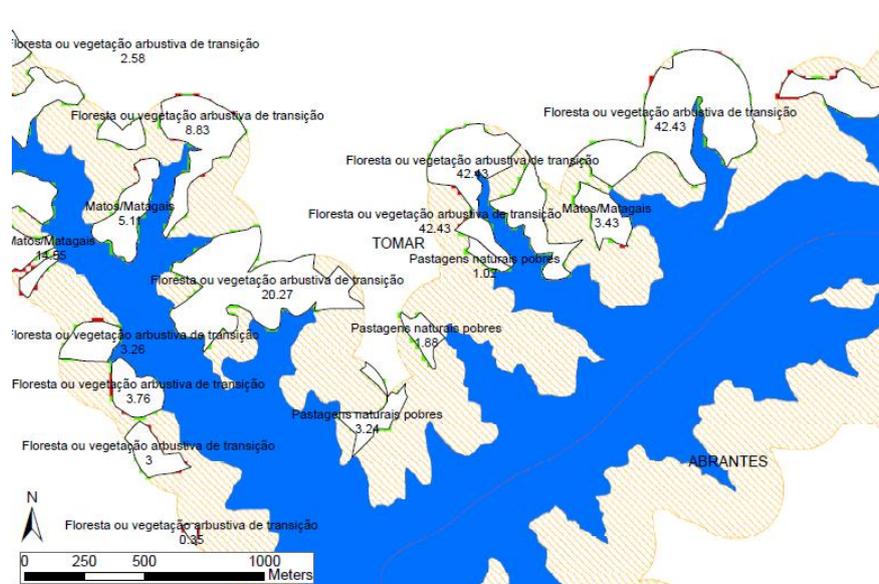


Figura 4. Carta AP3 – selecção das zonas potenciais com base nas classes de declive. Classe verde representa declive entre 0 e 20°. Classe vermelho representa declive superior a 20°

Para garantir a homogeneidade das parcelas, foi calculada a carta de exposição solar e eliminadas as zonas não homogéneas de AP3 dentro do mesmo bloco – carta AP4.

Da carta final AP4 foram apenas seleccionadas as áreas com dimensão superior a 5 hectares – carta AP5. As parcelas identificadas foram validadas com ortofotomapas (Figura 5 – a amarelo).

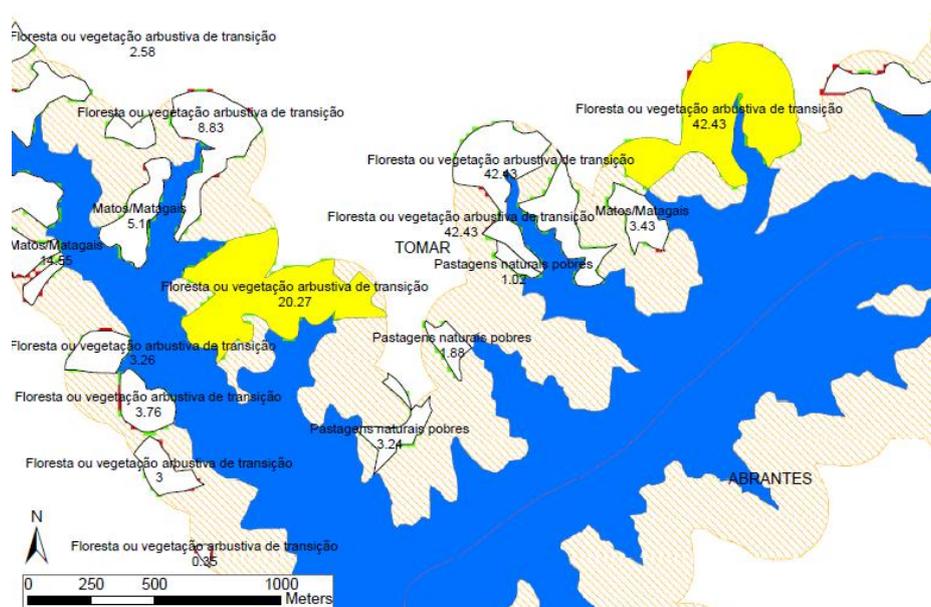


Figura 5. Carta AP5 – selecção das zonas potenciais para validação no terreno (a amarelo)

Com base em AP5, foram identificadas as zonas com maior potencial e seleccionados 7 locais para validação no terreno. Após a validação no terreno, foram identificadas as zonas para instalação das parcelas de estudo – Carta AP6.

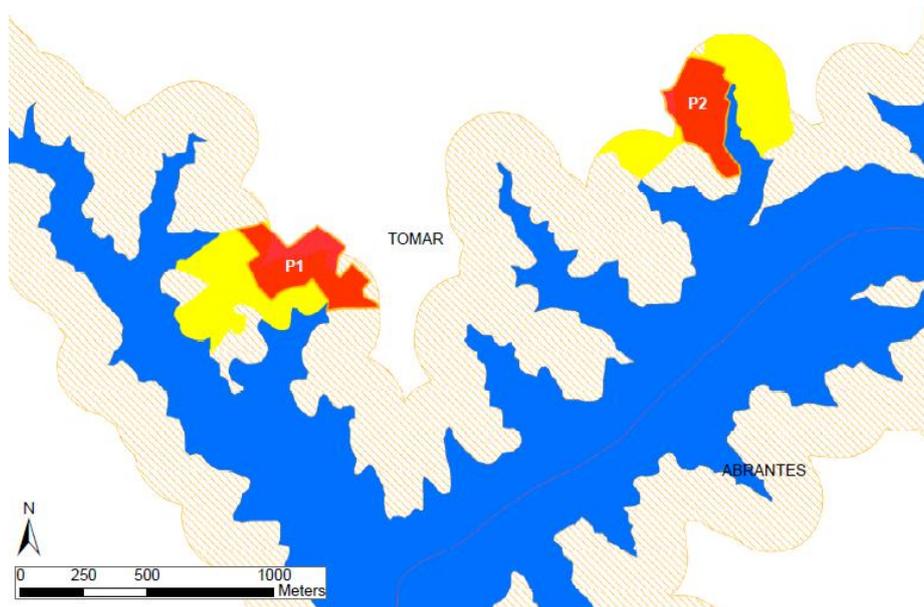


Figura 6. Carta AP6 – Zonas finais para instalação das parcelas de estudo

Os limites finais das parcelas para instalação da amostragem foram ajustados no terreno pelo que podem não corresponder aos limites iniciais ou inclusivamente possuir mais área que a inicialmente definida.

A informação geográfica com as parcelas seleccionadas foi disponibilizada à EPAL em formato vectorial e Google earth, assim como foram elaborados mapas de localização das parcelas (Figura 7).

PROJECTO EPAL
LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS DE ESTUDO



DIRECÇÕES PARA CHEGAR ÀS PARCELAS:
Saída das instalações da EPAL -> IC3 Direcção Tomar -> Saída em direcção Povoação de Serra -> Vihar em direcção a povoação de Vendas -> Chegada parcela P1. Para chegar parcela P2 seguir carta militar.
COORDENADAS P1 -N 39° 34' 17,42" / W 8° 17' 59,24"
COORDENADAS P2 -N 39° 34' 37,64" / W 8° 16' 54,45"



Figura 7. Localização das parcelas de estudo

3.3 TRABALHO DE CAMPO

1. Outubro de 2009

Foi realizada uma primeira deslocação ao perímetro da Albufeira de Castelo de Bode, para uma análise prévia da tipologia de combustíveis em presença. Essa deslocação centrou-se nos seguintes locais: Barreira, Alqueidão, Brejo Fundeiro e Casal da Madalena.



Fotografias 10, 11, 12 e 13. Áreas analisadas para a selecção prévia de locais para os testes de gestão de combustíveis (Autor: Nuno Guiomar)

Dada a extensão do perímetro da albufeira, optou-se por desenvolver uma metodologia de análise espacial em Sistemas de Informação Geográfica, descrita no ponto anterior, de forma a reduzir as áreas a avaliar.

2. Novembro de 2009

Do processo de análise espacial descrito resultaram dois locais (P1 e P2) com as características necessárias para o presente estudo (Figuras 8 e 9).

PARCELA P1

Vegetação arbustiva com altura entre 0,5 e 1 metros. Na área proposta, a vegetação dominante é composta por esteval (50 – 75% da parcela) com urze e tojo disperso (0 – 25% da parcela). Vegetação herbácea dispersa (0 – 25% da parcela) com altura inferior a 1 metro.

PARCELA	Uso do solo	Área Total (ha)	XX	YY
P1	Vegetação arbustiva	10.04	185686,76	289250,30



Figura 8. Parcela P1: características e localização

A existência de alguma descontinuidade de vegetação e zonas contínuas de esteval podem condicionar a aplicação de fogo controlado como técnica de gestão de combustíveis. Em alguns locais onde existem quebra na continuidade horizontal de combustível poderá ser explorada a possibilidade de realizar tratamentos mistos com destroçamento da vegetação e posterior aplicação de fogo controlado.



Fotografia 14. Estrutura da vegetação na parcela P1. Composição mista de esteval, urzal e tojal em comunidade em recuperação pós-incêndio (Autor: Nuno Guiomar)

PARCELA P2

Vegetação arbustiva com altura entre 0,5 e 1 metros. Composição mista de urze, tojo e esteva (50:50:50). Vegetação com maior continuidade horizontal que na parcela P1, possuindo características mais adequadas para o uso do fogo controlado como ferramenta de gestão de combustíveis. A zona de maior altitude possui uma dominância de esteva.

PARCELA	Uso do solo	Área Total (ha)	XX	YY
P2	Vegetação arbustiva	7.9	187256,84	289872,78



Figura 9. Parcela P2: características e localização

Limitações na utilização de métodos manuais ou moto-manuais em algumas zonas com declive mais acentuado. Parcela com condições adequadas para a realização de fogo controlado na sua quase totalidade. Ainda assim, algumas das manchas de esteval puro existente (zonas mais elevadas) vão condicionar a eficácia da aplicação desta técnica, e poderá ser necessário à semelhança do proposto para a parcela P1, realizar um tratamento misto com recurso a métodos mecânicos (destroçamento) com posterior tratamento com fogo controlado.



Fotografias 15 e 16. Estrutura da vegetação na parcela P1, composição mista de esteval, urzal e tojal em comunidade em recuperação pós incêndio (à esquerda) e, vista sobre a parcela P2 (à direita) (Autor: Nuno Guiomar)

Conclusões

Foram identificados 2 (dois) locais com características adequadas para a instalação das parcelas de estudo. Nesta fase é de extrema importância a identificação dos proprietários para que se possa avançar na instalação das parcelas, trabalhos preliminares de inventário de vegetação e elaboração do plano de fogo controlado.

Existia a possibilidade de ajuste da metodologia em função das características do combustível e comportamento do fogo, para que se possam retirar conclusões acerca da aplicação do fogo controlado como técnica de gestão de combustíveis.

No entanto os locais P1 e P2 seleccionados previamente (descrição dos locais consta no Relatório do 2º Trimestre) para instalação das parcelas de demonstração foram anulados, por falta de autorização dos proprietários, de acordo com a informação que a GIFF S.A., obteve dos responsáveis do projecto da EPAL. Foi assim necessário proceder à selecção de novos locais para instalação das parcelas:

3. Fevereiro 2010

Durante o mês de Fevereiro de 2010, foi realizada nova visita de campo para identificar zonas com potencial para a instalação das parcelas de demonstração (*Relatório de visita à Envoltente da Albufeira de Castelo de Bode, freguesias de Martinchel e de Aldeia do Mato, no concelho de Abrantes, para identificação de áreas passíveis de intervenção*). As zonas visitadas, localizam-se no concelho de Abrantes, freguesias de Martinchel e Aldeia do Mato, em locais nas imediações das margens da albufeira.

Na margem da freguesia de Martinchel, não foram identificadas áreas passíveis de tratamento.

Nas margens da freguesia da Aldeia do Mato, e numa primeira análise geral, as áreas contíguas à albufeira, caracterizam-se por alguns povoamentos dispersos, sem ordenamento, com eucalipto, pinheiro bravo e sobreiros pontuais. Junto à margem ocorrem algumas manchas de *Acacia dealbata* (mimosas). A ocupação arbustiva caracteriza-se, quase em exclusivo, por estevais com pouca ou nenhuma continuidade horizontal. As herbáceas são quase inexistentes na área em análise, à excepção em algumas áreas agrícolas abandonadas.

Estas áreas de esteval são resultantes na sua maioria de regeneração pós-incêndio (ocorrido em 2005), que atingiu quase toda a área, tendo por isso cerca de 4 anos, caracterizam-se por alturas até 1,5m, com elevada densidade e nalguns locais com existência de estevas de maior porte que resistiram ao incêndio.

Assim, foram identificadas algumas áreas passíveis de tratamento com métodos mecânicos e moto-manuais, embora com algum grau de dificuldade devido aos declives existentes na área. No que concerne à utilização de fogo controlado, sem tratamento prévio (corte do esteval, com equipamento moto-manual, deposição, secagem natural e queima posterior) só foi identificada uma área de cerca de 1 ha, entre duas pequenas linhas de água, que possui ocupação arbustiva caracterizada pela ocorrência de ericas (urzes) em cerca de 70% da área e 30% de esteva.

Considerando a opção pela realização de tratamento prévio do esteval, as áreas potenciais de utilização do fogo controlado aumentam consideravelmente.

Foram identificadas algumas áreas com declive acentuado que impossibilita o trabalho com meios mecânicos, mas que permite a utilização de fogo controlado (Fotografias 17, 18 e 19). Estes locais possuem características de vegetação adequadas ao cumprimento dos objectivos do tratamento com recurso a fogo controlado. Foi identificada (Fotografia 20) uma zona com campos agrícolas abandonados que apesar de possuírem algumas descontinuidades na vegetação permitem, pelo declive pouco acentuado a instalação das parcelas, e o trabalho com todos os métodos propostos.



Fotografias 17, 18, 19 e 20. Local com potencial para instalação das parcelas de experimentação (em cima, à esquerda), local com potencial para instalação das parcelas de experimentação (em cima, à direita), parcela com ocupação maioritária de urze. Declive acentuado limita operações com recurso a métodos mecânicos (em baixo, à esquerda), áreas agrícolas abandonadas (em baixo, à direita) (Autor: André Rebelo)

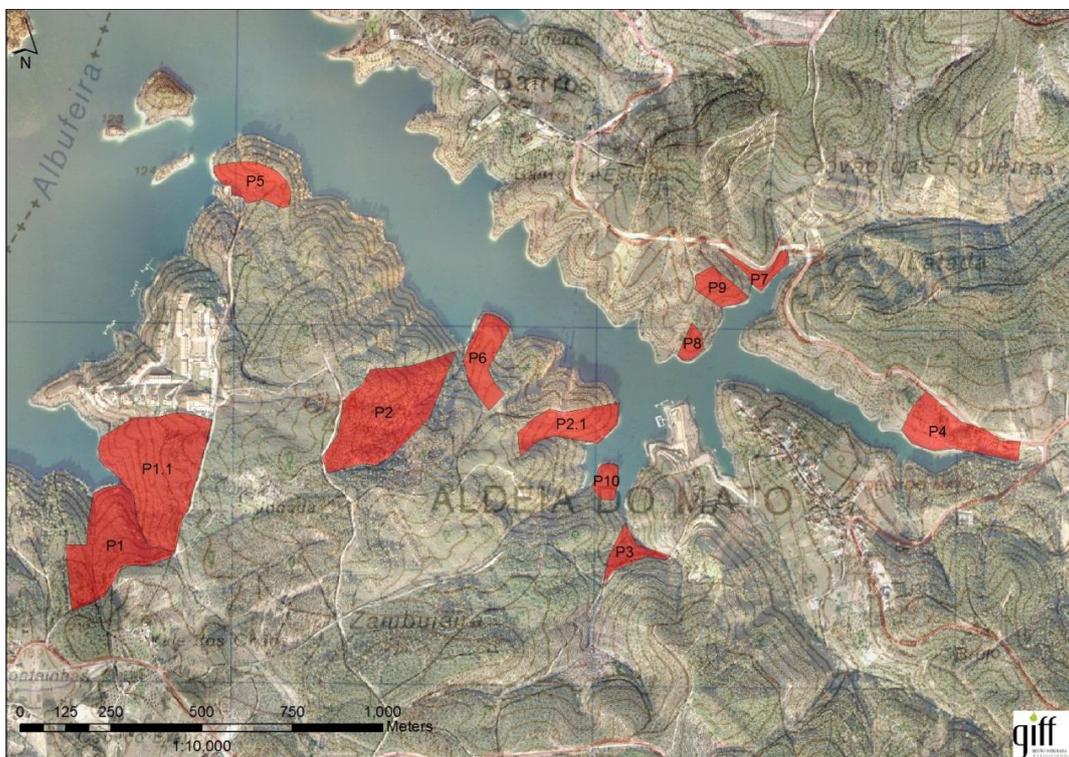


Figura 10. Locais seleccionados com características adequadas à instalação das parcelas de experimentação

Quadro 3. Localização das parcelas potenciais de experimentação. Coordenadas Lisboa Hayford Gauss IGeoE. Área da parcela incluída

<i>Parcelas</i>	<i>Area (ha)</i>	<i>XX</i>	<i>YY</i>
1.0	4.9	186040	286000
1.1	7.3	186178	286215
2.0	6.3	186807	286373
2.1	2.2	187316	286337
3.0	0.9	187476	285983
4.0	2.8	188371	286319
5.0	1.8	186445	287014
6.0	1.9	187082	286524
7.0	0.6	187846	286770
8.0	0.4	187652	286563
9.0	1.0	187726	286719
10.0	0.6	187417	286181

Os limites das áreas seleccionadas foram disponibilizadas à EPAL em formato vectorial e Google Earth, para identificação dos proprietários.

Adicionalmente, foram ainda identificadas duas possibilidades de locais para a instalação das parcelas de experimentação:

- A) Solução proposta pela EPAL (Eng.º Vieira Gomes) através do contacto com a Câmara Municipal do Sardoal, proprietária de terrenos na envolvente da albufeira junto à Ribeira de Codes, e que disponibiliza estes locais para o presente estudo. Será necessário realizar uma visita de campo com os técnicos GIFF para analisar as características das parcelas;
- B) Foi ainda considerada a possibilidade de instalação de parcelas em áreas de empresas de celulose nos concelhos de Tomar, Abrantes ou Ferreira do Zêzere, mediante solicitação por parte da EPAL. Esta opção ficou de avançar mediante o ponto de situação relativo às áreas previamente identificadas, a aguardar pela autorização dos proprietários.

4. Março de 2010

Foi realizada nova visita de campo na zona de Codes (limite do concelho de Sardoal com Vila de Rei) para analisar a solução proposta pela EPAL, de instalação das parcelas em

terrenos propriedade da Câmara Municipal do Sardoal. Neste local não existem quase possibilidades de trabalho, embora existam duas ou três manchas sem dimensão significativa. Os locais caracterizam-se por zonas com declive acentuado onde as máquinas não conseguem trabalhar, condição base para a instalação das parcelas de experimentação. Neste local, considerou-se a possibilidade de instalar as parcelas para a experimentação com recurso a fogo controlado, reservando a zona para a realização do workshop final do projecto.



Fotografias 21, 22, 23 e 24. Área com domínio de *Cistus ladanifer* (em cima, à esquerda), caminho que divide a área mais plana de acesso à Ribeira de Codes e um codeçal denso (em cima, à direita), encosta voltada à Ribira de Codes (em baixo, à esquerda), codeçal denso (em baixo, à direita) (Autor: Nuno Guiomar)

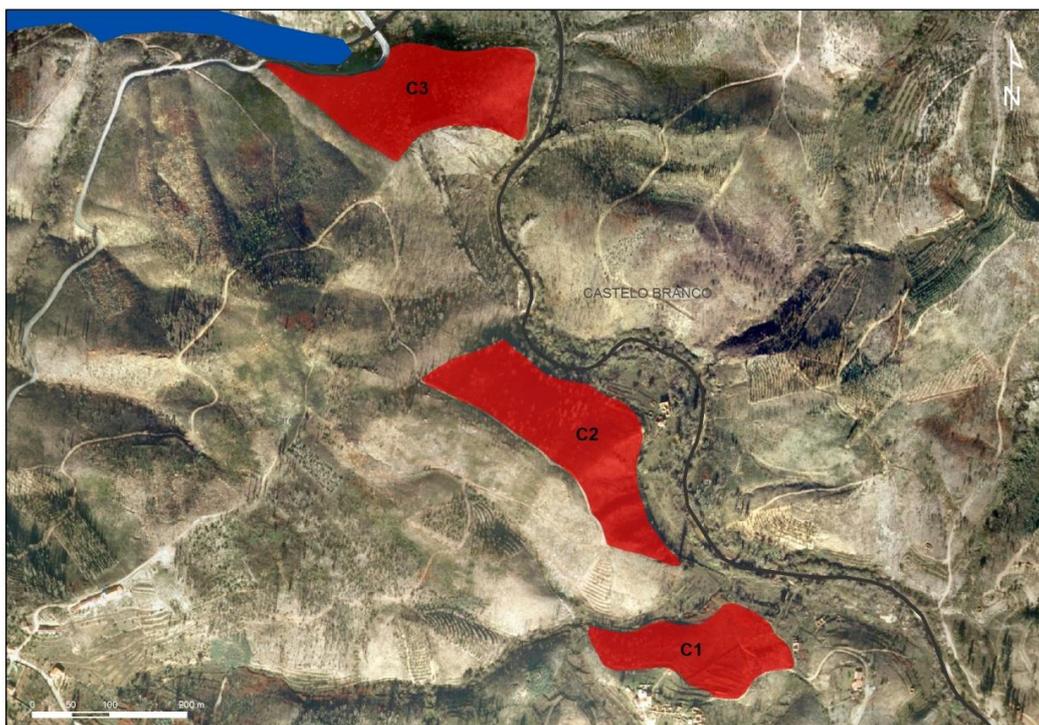


Figura 11. Locais analisados com características adequadas à instalação das parcelas de experimentação

Quadro 4. Área das parcelas potenciais de experimentação

<i>Parcelas</i>	<i>Area (ha)</i>
C1.	1,84
C2.	3,26
C3.	3,01

5. Maio de 2010

Em Maio realizou-se nova visita de estudo para analisar uma área no Vale da Laje, proposta pela EPAL e que tem o acordo do proprietário para a realização das acções propostas. É uma área que apresenta elevada carga de combustível com domínio de urze. No limite inferior da parcela existem algumas habitações que podem dificultar as acções, e é ladeada por um povoamento de eucalipto, e alguns pinheiros. Embora quase toda a parcela seja limitada por caminhos, o declive e a elevada carga de combustível presentes podem constituir factores condicionantes à execução das acções de fogo controlado.



Fotografias 25, 26, 27 e 28. Aspecto geral dos combustíveis no limite inferior da parcela, com urze e medronheiro (em cima, à esquerda), aspecto do caminho de acesso às habitações no limite inferior da parcela (em cima, à direita), matos existentes no limite superior da parcela, com presença de esteva (em baixo, à esquerda), visíveis as marcas de anteriores incêndios nos medronheiros (em baixo, à direita) (Autor: Nuno Guiomar)



Figura 12. Local analisado no Vale da Laje

3.4 IMPLEMENTAÇÃO DAS ACÇÕES EXPERIMENTAIS DE GESTÃO DE COMBUSTÍVEIS

As parcelas de estudo foram implementadas em áreas de propriedade privada na zona envolvente à Barragem de Castelo de Bode após obtenção das autorizações dos proprietários. Foram disponibilizados quatro (4) locais (ver Figura 13), três (3) na freguesia de Aldeia do Mato, concelho de Abrantes (Parcelas da Aldeia do Mato – PAM) e um (1) na freguesia da Serra, concelho de Tomar (Parcelas da Serra – PSERR). As propriedades na freguesia da Aldeia do Mato inserem-se na Zona de Intervenção Florestal da Aldeia do Mato.

Os resultados obtidos nas parcelas de estudo serão alvo de acompanhamento posterior ao projecto, para recolha de dados, pelo que foi acordado com os proprietários dos terrenos a ausência de intervenção no local até ao final do ano de 2011.

Os locais para instalação das parcelas de estudo foram seleccionados tendo em conta a existência de homogeneidade da vegetação e características do terreno de forma a tornar possível a análise e comparação de resultados.



Figura 13. Localização das parcelas de estudo

Parcelas da Aldeia do Mato (PAM)

Descrição e caracterização do combustível

A caracterização do combustível nas parcelas foi realizada através do método do intersecto linear. A quantificação da carga combustível foi realizada através do método da amostragem destrutiva.

Combustível constituído por esteval (*Cistus ladanifer* L.) desenvolvido, com núcleos dispersos de urze (*Erica* sp.) e tojo (*Ulex* sp.). Nos locais amostrados, existem ainda resíduos de exploração florestal resultantes do corte de povoamentos afectados por incêndios florestais. Este tipo de combustível aumenta grandemente a carga de material combustível no solo, resultando num aumento do potencial de comportamento do fogo nestes locais.



Fotografia 29. Combustível tipo nas parcelas de Aldeia do Mato. Dominância de *Cistus ladanifer* L. com manchas dispersas de *Ulex* sp. e *Erica* sp. (Autor: **Nuno Guiomar**)

Nas parcelas amostradas, o esteval (Quadro 5) ocupa entre 79 e 94% do coberto vegetal existente com uma altura média entre 127 e 181 cm. As restantes espécies aparecem de forma pontual com % de coberto vegetal inferior a 10% e altura média entre 17 e 65 cm.

Quadro 5. Caracterização do combustível nas parcelas da Aldeia do Mato (percentagem de coberto e altura) para as diferentes espécies presentes

ESPEC	PAM_01		PAM_02		PAM_03	
	%COB	ALT(cm)	%COB	ALT(cm)	%COB	ALT(cm)
CIST	81	154	79	127	94	181
SC	12	--	21	--	0	--
QSUB	1	33	--	--	--	--
REXE	7	17	--	--	--	--
ULE	--	--	1	23	--	--
ERIC	--	--	--	--	6	65
PIST	--	--	--	--	1	37

ESPEC – espécie; CIST – *Cistus ladanifer* L; SC – sem coberto; QSUB – *Quercus suber* L.; REXE – resíduos de exploração florestal; ULE – *Ulex* sp.; ERIC – *Erica* sp.; PIST – *Pistacia* sp; PAM – Parcela da Aldeia do Mato; %COB - % de coberto vegetal; ALT (cm) – altura (cm); -- sem dados

Caracterização do esteval (composição pura)

A esteva possui um conjunto de características específicas que lhe permitem dominar em zonas florestais degradadas: (i) a produção de sementes viáveis a partir dos 3 anos de idade da planta, (ii) sementes adaptadas a um piro-ambiente com elevada recorrência de fogo e que germinam vigorosamente após este distúrbio, (iii) produção de compostos inibidores do crescimento de outras espécies vegetais, (iv) adaptação à germinação com elevadas densidades de plantas até idades avançadas (superiores a 10 anos).

No sentido de caracterizar o esteval puro enquanto combustível florestal, realizaram-se três (3) amostragens (1m²) em plantas com diferentes alturas, para determinar as características individuais da espécie (Quadro 6). As densidades de plantas com a mesma idade variaram entre 33, 71 e 210 indivíduos/m² para as amostras 1, 2 e 3, respectivamente. As amostras foram seleccionadas em função da classe de diâmetro na base do tronco junto ao solo, para diâmetros inferiores a 6mm e diâmetro na base do tronco superior a 6mm-. As densidades para as plantas mais finas variaram entre 250.000 a 1.700.000 plantas/ha, com altura entre 110 e 160 cm. As densidades de plantas com mais de 6 mm variaram entre 40.000 e 220.000 plantas/ha, com alturas entre 110 e 192 cm.

Foram amostradas densidades máximas de 1.740.000 plantas/ha com altura média de 110 cm e altura da base da copa verde de 45 cm. As amostragens foram realizadas com indivíduos com idade semelhante.

Quadro 6. Caracterização das amostras de esteval

AMOSTRA	DIAMETRO	ALT (cm)	ALT BCV (cm)	ESTATUTO	DENSIDADE (ha)
1	< 6 mm	160	80	dd	490.000
1	> 6 mm	192	90	DD	220.000
2	< 6 mm	110	53	dd	250.000
2	> 6 mm	136	50	DD	80.000
3	< 6 mm	86	40	dd	1.700.000
3	> 6 mm	110	45	DD	40.000

ALT (cm) – altura total (cm); dd – dominada; DD - dominante

Preparação das parcelas

As parcelas foram preparadas com recurso a diferentes técnicas de gestão de matos, nomeadamente: (i) métodos motomanuais com recurso a motorroçadoura, (ii) métodos mecânicos com recurso a destroçador de correntes acoplado a tractor, (iii) fogo controlado, e (iv) a utilização conjunta do fogo controlado para redução da carga resultante da aplicação dos métodos motomanuais e mecânicos.



Figura 14. Distribuição das parcelas por tipo de tratamento

A carga de combustível foi avaliada para cada tratamento realizado. Nas situações de utilização mista de técnicas (motomanual e/ou mecânico + fogo controlado), a carga combustível resultante da aplicação destas técnicas mistas foi igualmente avaliada.

A distribuição das parcelas por tipo de tratamento encontra-se representada na Figura 14.

Os tratamentos de gestão de matos foram assim distribuídos pelas parcelas seleccionadas de acordo com o Quadro 7.

Quadro 7. Tipo de tratamento de gestão de matos por parcela.

PARCELA	TRATAMENTO	DIMENSÃO (m ²)
PAM_1.1	Destroçamento mecânico + fogo controlado	110x30
PAM_1.2	Destroçamento motomanual + fogo controlado	250x60
PAM_1.3	Destroçamento motomanual	85x50
PAM_2.1	Destroçamento mecânico + fogo controlado	70x30
PAM_2.2	Destroçamento motomanual + fogo controlado	70x30
PAM_2.3	Fogo controlado	70x40
PAM_3.1	Destroçamento mecânico	90x40
PAM_3.2	Destroçamento mecânico + fogo controlado	70x30
PAM_3.3	Destroçamento motomanual + fogo controlado	100x30
PAM_3.4	Destroçamento motomanual	100x30
PSERR_1.1	Destroçamento motomanual	65x60

Destroçador mecânico de correntes

Este método de gestão de matos permite o destroçamento e compactação do material vegetal ao nível do solo (Imagem 2) com transformação da totalidade do combustível vivo existente em combustível morto. O material vegetal é transformado na sua maioria em classes de diâmetro de menor dimensão (1 hr e 10 hr), e compactação superior ao material de origem (Imagem 3). Estas características, possibilitam uma redução no potencial de propagação do fogo por alteração da estrutura do combustível, ainda que a carga total de combustível se mantenha inalterada.



Fotografias 30 e 31. Destroçamento mecânico em esteval: vista geral do tratamento (à esquerda), destroçamento mecânico em esteval: vista de pormenor do tratamento (à direita) (Autor: Nuno Guiomar)

Destroçamento motomanual com motorroçadoura

Intervenção semelhante ao tratamento com destroçador mecânico, com eliminação dos combustíveis vivos mas com menor grau de destroçamento do material vegetal. O material vegetal é cortado, sem transformação em classes de menor dimensão. A totalidade do combustível vivo é transformada em combustível morto, não havendo alteração da carga total de combustíveis, alterando-se apenas a tipologia e a estrutura dos combustíveis. A compactação do combustível é menor do que no método mecânico, existindo assim maior arejamento e combustibilidade do combustível resultante. Será assim de esperar maior potencial de propagação do fogo associado ao tratamento de combustível realizado com este método.



Fotografias 32 e 33. Destroçamento motomanual em esteval: vista geral do tratamento (à esquerda), destroçamento motomanual em esteval: vista de pormenor do tratamento (em cima, à direita) (Autor: Nuno Guiomar)

A carga total de combustível (Quadro 8) variou entre 14,1 e 54,0 t.ha⁻¹ para o método motomanual, 15,8 e 25,6 t.ha⁻¹ para o método mecânico e 10,3 a 29,6 t.ha⁻¹ para a parcela controlo sem tratamento prévio da vegetação.

A carga de combustível fino representa, neste modelo de combustível, 56 a 97% da carga total de combustível. O comportamento do fogo é marcado pela quantidade e disponibilidade de combustível fino, pelo que será de esperar que o esteval, quando disponível para arder, possua características de propagação elevadas.

Nos locais onde existiu corte ou destroçamento dos matos, a totalidade da carga de combustível vivo foi classificada como combustível morto, em função do tratamento realizado. Esta transformação permite, pela diminuição da humidade do combustível, criar condições para a propagação do fogo em épocas do ano onde normalmente não existem condições para tal. Estes locais foram assim tratados posteriormente com fogo controlado, e os resultados obtidos analisados.

Quadro 8. Determinação da carga de combustível

Tipo de tratamento	N	<i>Combustível morto</i>			<i>Combustível vivo</i>			<i>Combustível Total</i> (t.ha ⁻¹)
		1hr (t.ha ⁻¹)	10hr (t.ha ⁻¹)	100hr (t.ha ⁻¹)	1hr (t.ha ⁻¹)	10hr (t.ha ⁻¹)	100hr (t.ha ⁻¹)	
Motomanual	1	22,7	5,5	25,8				54,0
Motomanual	2	16,9	9,2					26,1
Motomanual	3	8,1	6,3					14,1
Mecânico	1	16,1	9,5					25,6
Mecânico	2	12,0	3,8					15,8
Mecânico	3	12,2	3,9					16,1
Sem tratamento	1	9,4			12,9	7,3		29,6
Sem tratamento	2	2,1			6,5	1,7		10,3
Sem tratamento	3	2,3			9,2	0,4		11,9

Execução do fogo controlado

O fogo controlado foi executado nas parcelas de controlo (Fotografias 34 e 35), com tratamento motomanual (Fotografias 36 e 37) e com tratamento mecânico (Fotografias 38 e 39).



Fotografias 34, 35, 36, 37, 38 e 39. Esteval sem tratamento prévio de matos (em cima, à esquerda), aplicação de fogo controlado em esteval sem tratamento prévio de matos. Inexistência de condições para a propagação do fogo. Autoextinção (em cima, à direita), esteval com tratamento motomanual (ao meio, à esquerda), aplicação de fogo controlado em esteval com tratamento motomanual. Propagação sustentada do fogo (ao meio, à direita), esteval com tratamento mecânico (em baixo, à esquerda), aplicação de fogo controlado em esteval com tratamento mecânico. Propagação sustentada do fogo (em baixo, à direita) (Autor: **Nuno Guiomar**)

Dados de propagação do fogo controlado

Tratamento prévio motomanual: o fogo controlado propagou-se a contra-vento e declive com existência de quebras na propagação em parte da linha de ignição. A velocidade de propagação a contra vento (propagação de cauda) variou entre 2,4 e 19,7 m/h. A propagação de cabeça, variou entre 112,2 e 308,6 m/h, com comprimentos de chama entre 1,0 e 2,0 m. As condições de arejamento do combustível neste tratamento proporcionaram características físicas adequadas ao tratamento com fogo controlado. A

existência de quebras na propagação do fogo, a contra vento, deve-se sobretudo à elevada compactação da folhada, pela dimensão reduzida da folha da esteva, e ao teor de humidade deste estrato. A secagem do material vegetal num período de 2 a 3 semanas após corte e sem precipitação parece ser adequada para a realização do tratamento com fogo controlado.

Quadro 9. Dados meteorológicos e de propagação do fogo

Trat	Hora	Temp (°C)	HR (%)	VelVent (km/h)	DirProp	VelProp (m/h)	Comp Chama (m)	Prof Chama (m)
Mm	9:50	15,5	59,9	12,0	cauda			
Mm	9:55				cauda		0,3	0,1
Mm	10:01				cauda	2,7	0,2	0,1
Mm	10:25	15,5	50,0	9,7				
Mm	10:40				cauda	2,4	0,1	0,0
Mm	10:49	16,1	48,0	9,7	cauda	3,0	0,1	0,0
Mm	11:04				cabeça	216,0	1,3	3,0
Mm	11:11				cabeça	308,6	2,0	6,0
Mm	11:22				cabeça	141,2	1,5	2,0
Mm					cauda	19,7	1,0	0,7
Mm	11:30	17,2		15,1	cabeça	112,2		
Mec	13:08	18,3	54,4	8,7	cauda			
Mec	13:11				cauda			
Mec	13:12				cabeça	146,9	0,3	
Mec	12:25	17,7	43,0	11,2	cauda	1,6	0,1	0,0
Mec	13:08	17,8	40,0	14,8	cauda	3,2	0,1	10,0
Mec	13:45	18,0	41,0	13,3	cabeça	50,2	0,3	1,5
Mec	14:26	18,5	40,0	7,2	cabeça	55,8	0,8	1,5
Mec	15:30	17,8	34,0	-	cabeça	72,0	1,0	3,0

Trat. – tipo de tratamento prévio; Mm – motomanual; Mec – mecânico; Temp – temperatura do ar; HR – Humidade relativa do ar; VelVent – velocidade do vento a 2m; DirProp – direcção de propagação do fogo; VelProp – velocidade de propagação do fogo; CompChama – comprimento de chama; ProfChama – profundidade de chama

Tratamento prévio mecânico: auto extinção da propagação para a ignição de cauda. A velocidade de propagação nestas situações variou entre 1,6 e 3,2 m/h com comprimento de chama inferior a 15 cm. A propagação do fogo a favor de vento e declive (propagação de cabeça) é sustentável, com velocidades de propagação entre 50,2 e 146,9 m/h, com comprimentos de chama entre 0,3 e 1,0 m. A propagação do fogo neste tipo de combustível parece ser dependente da velocidade do vento e secagem do combustível. A velocidade de propagação para este tratamento prévio corresponderá aproximadamente a metade da velocidade de propagação obtida no tratamento motomanual. Esta condição fica dever-se à maior compactação do combustível (menor

arejamento), devendo no entanto ser confirmada com a realização de um maior número de ensaios experimentais.

Comparação de tratamentos de combustível

Quadro 10. Carga total de combustível antes e após tratamento com fogo controlado

Tipo de tratamento	Fogo controlado	Carga total	Carga total	Redução da carga total	
		ton.ha-1 Pré- tratamento	ton.ha-1 Pós- tratamento	(ton.ha-1)	(%)
Motomanual	SIM	31,4	8,5	- 22,9	73
Motomanual	NÃO	31,4	31,4	0	
Mecânico	SIM	19,2	0,1	- 19,1	99
Mecânico	NÃO	19,2	19,2	0	
Sem tratamento	TENTATIVA SEM ÊXITO	17,3	17,3	0	

1. Aplicação de fogo controlado sem tratamento prévio

- a. Para garantir que a propagação seja sustentável, i.e., que o fogo continue a propagar-se, é necessário que exista combustível fino morto ao nível do solo, e que este combustível esteja disponível para arder com chama activa no momento da acção;
- b. No período de Novembro a Maio de cada ano, período normalmente associado à execução de acções de prevenção e redução de combustíveis com recurso a fogo controlado, o combustível fino existente dentro dos estevais encontra-se verde, pelo que não permite a propagação do fogo, facto que limita a aplicação desta técnica;
- c. A parcela executada com fogo controlado no âmbito do presente trabalho não cumpriu os objectivos inicialmente previstos, de consumo de 80 a 90% da carga total de combustível;
- d. A aplicação de fogo controlado sem tratamento prévio, no período referenciado em b. (à data do presente estudo) não se revelou possível, indicando possivelmente que a época não será a mais adequada para o tratamento deste tipo de combustível, ou que, para que se consiga tratar este tipo de vegetação, que exista um tratamento prévio, e assim posteriormente a aplicação de fogo controlado;

2. Destroçamento mecânico (destroçador de correntes) com aplicação posterior de fogo controlado

- a. O destroçamento mecânico do combustível permitiu diminuir a altura do combustível e compactar enormemente a estrutura da vegetação;
- b. Transformação da carga de combustível vivo (de todas as classes de diâmetro) em combustível fino morto, e aumento da carga de combustível fino morto (resultante do destroçamento do material)
- c. A propagação do fogo controlado foi sustentada onde existiu continuidade horizontal de combustível;
- d. A compactação do complexo combustível contribuiu para a diminuição do comprimento médio de chama, diminuição da velocidade de propagação e conseqüente diminuição da intensidade linear de chama;
- e. O fogo controlado permitiu no entanto reduzir 100% da carga de combustível fino morto existente, e aproximadamente 50% do combustível médio (combustível de 10 horas);

3. Destroçamento motomanual (motorroçadoura) com aplicação posterior de fogo controlado

- a. O destroçamento motomanual permitiu alterar a estrutura do combustível, diminuindo a sua altura média e produzindo um aumento na continuidade horizontal e vertical do combustível;
- b. À semelhança do tratamento mecânico, no tratamento motomanual existiu a passagem da carga de combustível vivo (de todas as classes de diâmetro) para combustível fino morto, e aumento da carga de combustível fino morto (resultante do destroçamento do material);
- c. A propagação do fogo controlado foi sustentada em toda a parcela tratada com recurso a este tratamento prévio;
- d. A inexistência de compactação do combustível produziu um aumento de intensidade linear de chama quando comparado com os outros tratamentos, facto induzido pelo aumento da continuidade horizontal e vertical de combustível;
- e. Este método parece ser o mais adequado para gestão do esteval (como pré-tratamento) associado a um tratamento posterior com fogo controlado;

- f. A inexistência de tratamento com fogo controlado após o tratamento motomanual pode levar à ineficácia do tratamento para apoio à supressão de incêndios florestais, dado que a propagação do fogo será sustentada, e associada a elevadas intensidades lineares de chama;

A análise dos resultados obtidos indica a existência de fortes possibilidades de utilização de fogo controlado para gestão de matagais de esteval puro, se associado a um pré-tratamento com recurso a métodos mecânicos ou motomanuais, com eliminação quase total de combustíveis finos. A escolha do pré-tratamento mais adequado será realizada em função das restrições de gestão existentes.

Parcelas da Serra (PSERR)

Descrição e caracterização do tipo de combustível

Parcelas constituídas por vegetação arbustiva de tipo mediterrâneo com presença de diversos tipos de vegetação, nomeadamente esteval (*Cistus ladanifer* L.), urze (*Erica* sp.), tojo (*Ulex* sp.), medronheiro (*Arbutus unedo* L), pistaceas (*Pistacia* sp.). Nas parcelas existia ainda a presença de sobreiros dispersos (*Quercus suber* L.).

Tratamento realizado

A presença de diversas espécies arbustivas e arbóreas com interesse de protecção, condicionou o tipo de tratamento de gestão dos matos. A técnica motomanual foi utilizada neste local para realizar o tratamento, com protecção e selecção de espécies existentes nomeadamente, medronheiro (*Arbutus unedo* L), pistaceas (*Pistacia* sp.) e sobreiros (*Quercus suber* L.).



Fotografias 40, 41, 42. Tratamento motomanual de matos na parcela da freguesia de Serra, concelho de Tomar (em cima, à esquerda), tratamento selectivo com motorroçadoura na parcela da freguesia de Serra, concelho de Tomar (em cima, à direita), resultado final do tratamento selectivo com motorroçadoura na parcela da freguesia de Serra, concelho de Tomar (em baixo)
(Autor: Vieira Gomes)

4. TAREFA 3.2.03 AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS TÉCNICAS

4.1 SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO FOGO EM CENÁRIO DE INCÊNDIO FLORESTAL

Após a colheita e o processamento laboratorial do material vegetal procedeu-se ao cálculo dos parâmetros estruturais básicos (carga de combustível por unidade de área, repartição por classe de tamanho e por condição viva ou morta) que caracterizam o combustível vegetal antes (testemunha) e após tratamento.

Para caracterização de cada um dos modelos de combustível a usar nas simulações foram ainda utilizados parâmetros adicionais, como a relação entre superfície e volume e poder calorífico, colhidos na literatura (FERNANDES e RUIVO, 2000; FERNANDES, 2001; FERNANDES *et al.*, 2009,) para a espécie dominante nas parcelas, a esteva (*Cistus ladanifer* L.).

Foi ajustado um modelo de combustível representativo das parcelas com os diferentes tratamentos e simulado o comportamento do fogo recorrendo ao programa BehavePlus (ANDREWS *et al.*, 2008).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO COMBUSTÍVEL NOS TRATAMENTOS

A caracterização dos modelos de combustível associados a cada tratamento - mecânico, motomanual, fogo controlado e testemunha, está representada no Quadro 11.

Quadro 11. Modelos de combustível para os tratamentos realizados

Variáveis	Unidades	Tratamento			
		Motomanual	Mecânico	Controlo	Fogo controlado
Cargas					
Combustível morto					
1-h	ton.ha ⁻¹	13,4	15,9	4,6	0,5
10-h	ton.ha ⁻¹	5,7	7,0	0	3
100-h	ton.ha ⁻¹	0	8,6	0	0
Combustível vivo lenhoso	ton.ha ⁻¹	0	0	9,53	0
Relação superfície/volume					
1-h	m ² .m ⁻³	2800	6200	2300	6200
vivo lenhoso	m ² .m ⁻³	2800	2800	2800	2800
Altura do combustível	m	0,40	0,10	0,90	0,10
Humidade de extinção combustível morto	%	20	20	20	20
Poder calorífico	kJ/kg	20469	20469	20469	20469

Mecânico - Tratamento mecânico; Motomanual - tratamento motomanual; Controlo - sem tratamento; Fogo controlado - tratamento com fogo controlado após tratamento motomanual.

4.3 COMPORTAMENTO DO FOGO

A simulação do comportamento do fogo permite classificar a combustibilidade de uma forma mais objectiva, uma vez que quantifica as variáveis que exprimem a velocidade e quantidade de libertação de energia na frente de propagação de um fogo.

Condições ambientais das simulações foram definidas de forma a traduzirem as condições normais para uma situação de Verão, tal como expressas no Quadro 12.

Quadro 12. Condições ambientais das simulações

Parâmetro	Unidade	Valor
Humidade do combustível morto	%	6
Humidade do combustível vivo	%	70
Vento à altura da chama	km/h	20
Declive	%	0

No Quadro 13 apresentam-se os resultados das simulações para os diferentes modelos de combustível.

Quadro 13. Parâmetros de comportamento de fogo

Parâmetros de comportamento do fogo	Unidades	Tratamento			
		trat_mec	trat_mm	testem	trat_fc*
Velocidade de propagação	m/min	3,6	19,7	22,7	1,3
Intensidade da frente do fogo	kW/m	212	11320	8561	87
Comprimento da chama	m	0,9	5,7	5,0	0,6

*tratamento com fogo controlado após tratamento motomanual.

A intensidade da frente do fogo é o produto entre a velocidade de propagação do fogo e a energia por ele libertada, condensando num só número a informação básica que descreve o comportamento do fogo, e sendo frequentemente utilizada para classificar a dificuldade de supressão de um incêndio e os seus efeitos ecológicos. O Quadro 10 interpreta essa intensidade em termos de possibilidade de controlo do incêndio.

Da análise dos resultados obtidos constata-se a grande eficácia na redução no comportamento do fogo do tratamento mecânico, a não eficácia do tratamento motomanual, e sobretudo a enorme eficácia do tratamento com fogo controlado associado ao tratamento motomanual. Refira-se que o tratamento com a associação das duas técnicas (motomanual + fogo controlado) reduziu a velocidade de propagação e a intensidade da frente de fogo, respectivamente de 2,7 vezes e de 2,4 vezes, relativamente à aplicação única do tratamento mecânico.

epal -BEHAVE
Fire Characteristics Chart

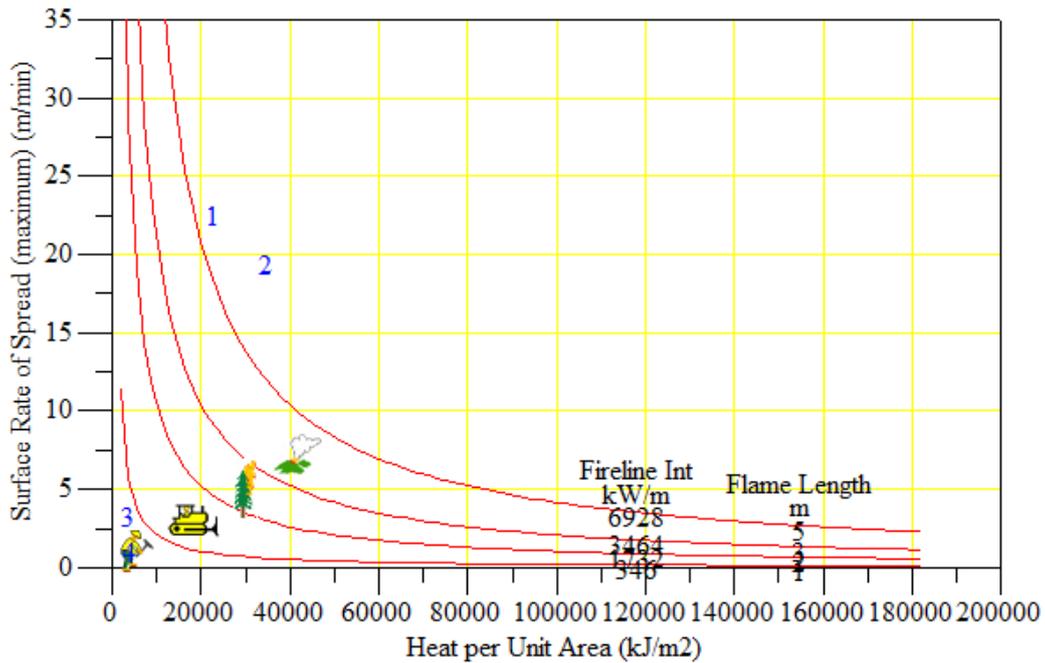


Figura 15. Comportamento do fogo

Quadro 14. Interpretação dos valores em relação à dificuldade de combate

Intensidade frontal, kW m-1	Interpretação
<500	Facilmente debelado através de ataque frontal com equipamento manual.
500-2000	Demasiado intenso para ser atacado frontalmente com equipamento ligeiro. Ataque directo com água ou retardantes. Uso de meios mecânicos para estabelecer linhas de contenção.
2000-4000	Limite da eficiência do ataque frontal, mesmo através de meios aéreos. Em povoamentos florestais pode haver fogo de copas passivo.
4000-10000	Controlo da frente é impossível e dos flancos é muito difícil. Propagação por "saltos" de fogo. Em povoamentos florestais observa-se fogo activo de copas.
>10000	Controlo impossível. Adopção de estratégias defensivas. "Saltos" de fogo a média e longa distância. Fogo generalizado de copas em povoamentos florestais.

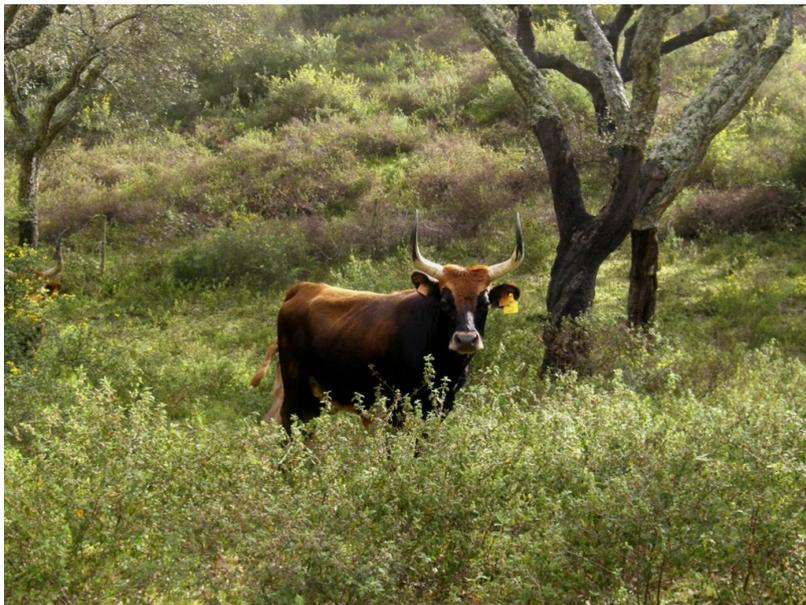
5. TAREFA 3.2.04 AVALIAÇÃO DA INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE PASTOREIO PARA A MANUTENÇÃO DAS ÁREAS TRATADAS E PROMOÇÃO DA BIODIVERSIDADE VEGETAL E ANIMAL

A silvopastorícia pode ter simultaneamente uma função de produção e uma função de protecção, na medida que pode ser orientada para a gestão de combustíveis e assim ter papel fundamental na defesa da floresta contra incêndios, seja essa gestão em mosaico,

cuja função de protecção é exercida sobre a área pastoreada, ou em faixas, cuja função é defender a área adjacente.

O recurso ao pastoreio como técnica de gestão de combustíveis é uma prática preconizada desde os finais dos anos 80, através da associação de comunidades rurais para aquisição de rebanhos comuns na região Mediterrânica Francesa (CASTRO, 1998), quer através do financiamento de pastoreio em regime intensivo em algumas comunidades autónomas Espanholas (SAN-MIGUEL, 2001). A promoção do controle de combustíveis por pastoreio tem permitido o restabelecimento, em algumas regiões, de práticas tradicionais com resultados benéficos em matéria de defesa da floresta contra incêndios.

Nos sistemas de uso tipicamente multifuncionais e onde a pastagem abunda, os incêndios florestais não constituem problemas de maior dada a presença de animais que permitem controlar o desenvolvimento da vegetação.



Fotografia 43. Gado bovino num montado de sobro com matos de Cistáceas

Para MOREIRA (2006a,b), a pastorícia está particularmente vocacionada para aquelas partes do território abandonadas por uma agricultura que não atrai ninguém ou para matas que, mesmo quando não totalmente abandonadas pelos seus proprietários, não merecem da parte destes os esforços de gestão que uma boa floresta produtiva exige.

A silvopastorícia permite simular um importante factor ecológico (grandes herbívoros), com efeitos benéficos na manutenção de determinadas espécies ou ecossistemas, aplicável em solos declivosos ou pedregosos e em zonas sensíveis do ponto de vista paisagístico, de baixo ou nulo custo permite ainda aumentar o produto agrícola e potenciar o emprego local nas zonas florestais mais deprimidas (PINHO, 2008).

No entanto em áreas mais deprimidas, e quando o objectivo principal seja a gestão de combustíveis, a gestão do efectivo animal tem que ser orientada para esse efeito, de modo a que os animais sejam obrigados a alimentarem-se da vegetação disponível. O esquema que se apresenta seguidamente ilustra a utilização de cercas móveis para que os animais permaneçam nos locais onde se pretende que a vegetação seja consumida.

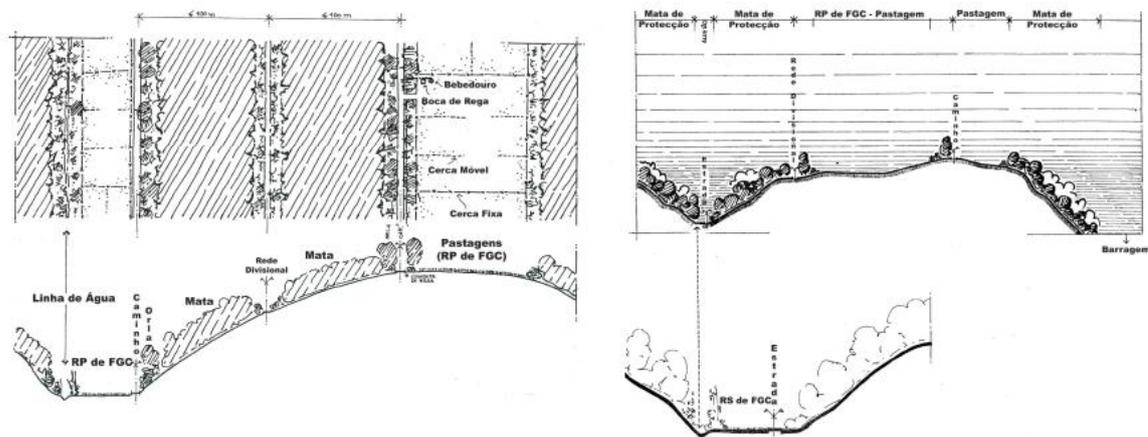


Figura 16. Sistematização da paisagem em zona florestal nas propostas de ordenamento e desenvolvimento presentes no Plano Regional de Ordenamento do Território do Alto Mondego (DROC, 1986)

GREEN e NEWELL (1982) apresentaram os resultados da manutenção de faixas de gestão de combustível através do pastoreio com caprinos. A promoção do controle de combustíveis por pastoreio tem permitido o restabelecimento, em algumas regiões, de práticas tradicionais com resultados benéficos em matéria de defesa da floresta contra incêndios. GREEN e NEWELL (1982) estudaram a manutenção de faixas de gestão de combustível através do pastoreio com cabras.

No entanto, PINHO (2008) refere a inexistência de métodos de pastoreio especificamente orientados para a gestão de combustíveis e a composição dos ecossistemas florestais como aspectos negativos ou pelo menos condicionadores do recurso a esta forma de gerir combustíveis florestais, assim como a ausência de ordenamento silvopastoril pode apresentar impactes negativos no desenvolvimento de alguns ecossistemas.

Outro problema que se refere com frequência no que respeita ao uso dos animais para efeitos de gestão de combustíveis, um dos grandes obstáculos prende-se com a selectividade de espécies a serem consumidas pelos animais.

Segundo MASSON (1995) a *Erica arborea* é uma espécie consumida por todos os animais, ao contrário do *Cistus monspeliensis* que dificilmente é consumido, exceptuando pelas cabras, durante a época de Inverno. CAMARDA *et al.* (2004) refere que a composição florística poderá ser alterada pelo pastoreio uma vez que muitos animais têm preferência por espécies como o *Arbutus unedo*, *Cistus salvifolius* e a *Phillyrea latifolia*, em detrimento de espécies tóxicas como a *Euphorbia dendroides* ou a *Anagyris foetida*, espécies espinhosas como a *Calycotome villosa* ou a *Genista* sp., ou porque são preteridas na presença de outras, como o *Cistus monspeliensis*, a *Phillyrea angustifolia* ou o *Rhamnus alaternus*.

Segundo DIAS (2008) a apetência dos caprinos pelo *Cistus ladanifer*, a espécie arbustiva com maior expressão na zona adjacente da Albufeira de Castelo de Bode, depende da época do ano, sendo o consumo de folhas evitado no Verão, devido à elevada concentração de ladano e taninos, que as torna bastante viscosas e pouco palatáveis. As flores e os frutos são bastante apreciados pelos caprinos.

Segundo BRUNO-SOARES (2008) o *Cistus salviifolius* tem sido frequentemente a base de alimentação de rebanhos de ovinos em épocas do ano de pastagem escassa. As suas folhas são a componente mais ingerida pelos animais. Contudo, a sua ingestão em determinadas fenofases deve ser cuidadosa pela presença de compostos antinutricionais, nomeadamente compostos fenólicos que podem provocar problemas metabólicos aos animais (BRUNO-SOARES *et al.*, 2003).

Segundo DIAS (2008) as leguminosas apresentam uma média mais elevada, especialmente nos períodos em que os animais consomem *Genista hirsuta*, incluído neste grupo devido ao seu elevado valor proteico, o que confirma a importância desta planta na dieta dos caprinos. Estima-se que o consumo desta espécie represente mais de 90% do consumo total de leguminosas. Nas gramíneas os valores mais altos registados no Verão, explicado pelo pastoreio junto a linhas de água e pelo consumo de plantas que apresentam uma boa digestibilidade e valor energético.

Segundo DUREAU *et al.* (2003) a utilização durante 7 anos duma formação densa de *Quercus coccifera* por caprinos, completada com algumas passagens de ovinos, traduziu-se numa diminuição média de 25% da cobertura daquela espécie arbustiva.

Quadro 15. Potencial valorização de algumas espécies através do pastoreio (DIAS, 2008)

Formação vegetal	Principais plantas valorizadas no pastoreio	Principais partes utilizadas	Principais épocas de aproveitamento
Montado de azinho	<i>Quercus rotundifolia</i>	Folhas Bolotas	Todo o ano Novembro a Fevereiro
Carrascal	<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>	Folhas e frutos	Todo o ano
Estevais	<i>Cistus ladanifer</i>	Folhas Flores Frutos	Inverno/Primavera Primavera Abril a Junho
Sargaçais	<i>Cistus monspeliensis</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Genista hirsuta</i>	Flores e frutos Folhas e flores Folhas, flores e frutos	Primavera Outubro a Fevereiro Abril a Maio
Rosmaninhais	<i>Lavandula</i> spp.	Flores e frutos	Final da Primavera
Arrelvados húmidos	<i>Cynodon dactylon</i>	Folhas	Primavera/Verão
Vegetação ripícola	<i>Arundo donax</i> <i>Rubus ulmifolius</i>	Folhas Folhas e frutos	Todo o ano Primavera/Verão
Figueirais	<i>Ficus carica</i>	Folhas e frutos	Verão/Outono

Quadro 16. Composição florística das amostras esofágicas dos caprinos (DIAS, 2008)

Época	Gramíneas	Leguminosas	Cistáceas	Compostas	Outras arbustivas e arbóreas	Outras herbáceas	Não identificadas
Outono	ab	b	b	c	37,8±13,9	14,2±9,9	0,4±0,3
Inverno	28 ±8,4	15±7,9	4,3±2,2	0,2±0,1			
Inverno	b	a	ab	c	17,2±3,6	7,2±9,9	0,1±0,005
Primavera	13,2±3,9	42,6±6,1	15,9±3,3	3,8±1,9			
Primavera	b	a	c	a	16,3±3,9	7,2±5,1	0,2±0,1
Início do	19,3±2	34,3±4,3	3±1	20,2±2			
Verão	b	b	a	b	24±5,3	5,4±2,8	0,2±0,1
Verão	20,8±6,1	13,5±5,3	23,7±11,6	12,5±3,1			
Verão	a	b	c	b	21,3±6,7	6,4±2,9	0,4±0,4
Verão	43,4±7,8	12,6±5,3	2,8±1,7	13,1±2,6			
Total	23,2±2,5	27,3±3	8,8±2	11,7±1,4	21,2±2,8	7,4±1,9	0,2±0,08
Significado	***	***	**	***	NS	NS	NS

Os arrelvados xerofíticos são floristicamente pobres e constituídos por plantas de fraca biomassa e baixo valor pastoral (DIAS, 2008).

Segundo o mesmo autor, a implantação de pastagens é facilitada em áreas de floresta adulta, composta essencialmente de folhosas autóctones e compassos largos, devendo-se privilegiar os prados permanentes, naturais ou semeados, já que são estes os mais compatíveis com o sobcoberto vegetal, se atendermos à conservação do solo e da água e ao aumento da biodiversidade. Deverá dar-se especial atenção à instalação de prados permanentes em áreas ocupadas por esteval, em que é necessário em primeiro lugar instalar uma cultura melhoradora e só a partir do terceiro ano se deverá instalar o prado permanente, sendo determinante uma mistura de espécies e variedades adaptadas às condições da zona, como gramíneas anuais resistentes à secura e leguminosas com uma

grande percentagem de sementes duras. São sugeridas misturas de tremocilha e serradela em consociação com tritcale ou aveia para a cultura melhoradora, e para o prado permanente uma mistura à base de trevos, factor de fertilidade e conservação do solo. Por outro lado as pastagens ricas em leguminosas permitem um melhor controlo do mato, contribuem a baixo custo para a manutenção do efectivo e são excelentes em termos ambientais e paisagísticos.

Outro factor que se deve avaliar está relacionado com intensidade do pastoreio e respectivos impactes na riqueza de espécies e abundância, uma vez que pode verificar-se neste caso uma relação negativa (JANSEN *et al.*, 1999). RODRÍGUEZ *et al.* (2008) refere o gado equino controla bem o estrato arbustivo dominado por tojos, mostrando preferência por estas leguminosas, mas quando o efeito do pastoreio dificulta a recuperação destas espécies, consomem outras, menos palatáveis, como *Rubus* spp.

Poderá ainda procurar-se articulação em locais onde o uso tradicional do fogo para renovação de pastagens é uma realidade. A articulação entre os diferentes *stakeholders* trará benefícios tanto em termos de custos associados, como ao nível a eficiência da gestão a médio e longo prazo, uma vez que o pastoreio pode fazer a manutenção dessas faixas, aumentando o período de retorno das intervenções. O uso do fogo e o pastoreio estão intimamente relacionados, e segundo RIGOLOT *et al.* (2002) e mais tarde PONS *et al.* (2003), verificaram que queimas controladas, seguidas de pastoreio e a aplicação de fogo para manutenção do sistema, de 1 a 7 anos mais tarde, garantem a sustentabilidade das comunidades vegetais. Para MOREIRA (2006a,b) a remoção da biomassa a custos aceitáveis só é possível de duas formas: através do fogo controlado ou pela pastorícia, soluções que poderão ser aplicadas de forma complementar.

Os resultados obtidos por MANSO *et al.* (2005) evidenciam a eficácia do fogo controlado na redução da cobertura e altura da vegetação, assim como, do biovolume de combustível. O pastoreio mostrou, essencialmente, um papel importante na manutenção dos efeitos das intervenções de fogo controlado e corte, alargando os seus intervalos de execução. MANSO (2008) conclui que o pastoreio pode ser uma técnica a utilizar combinada com outras, com resultados muito positivos em comunidades de *Pterospartum tridentatum*, mas sem afectar significativamente o volume de espécies do género *Erica* spp., o que pode ser explicado pela menor apetência dos caprinos para as ericáceas.

RIGOLOT *et al.* (1998) demonstraram que a combinação de fogos controlados com cargas moderadas de pastoreio, valorizam as potencialidades da pastagem do local pela repetitiva supressão da competição. ÉTIENNE e RIGOLOT (2003) salientam o interesse que existe em integrar o pastoreio com as restantes formas de intervenção, pois apenas a combinação de diferentes técnicas permite atingir uma certa eficácia.

6. TAREFA 3.2.05 ELABORAÇÃO DE UM GUIA DE BOAS PRÁTICAS E DE DIRECTRIZES DE GESTÃO DE COMBUSTÍVEIS DA ÁREA DE ESTUDO

6.1 GUIA INICIAL DE BOAS PRÁTICAS E DIRECTRIZES DE GESTÃO DE COMBUSTÍVEIS NA ENVOLVENTE DA ALBUFEIRA DE CASTELO DE BODE

A gestão de matos na área envolvente da Albufeira de Castelo de Bode está sujeita a um conjunto de restrições de intervenção específicas. As acções de desmatação com recurso a métodos motomanuais e/ou mecânicos, estão restritas a um perímetro de 50 metros em torno da albufeira.

Historicamente, os incêndios na Albufeira de Castelo de Bode propagam-se até atingir a água, consumindo toda a vegetação nas margens e braçais. Este consumo de vegetação e produção de cinza associada, pode produzir por processos erosivos, efeitos na qualidade da água e uma acumulação de detritos na albufeira. Os efeitos e dimensão dos incêndios florestais podem ser minimizado através da localização estratégica de parcelas de gestão de combustíveis, sujeitas a tratamentos específicos. Desta forma, é possível obter um comportamento do fogo com possibilidade de supressão pelas equipas de extinção de incêndios, e minimizar os impactos do fogo nas margens e recursos hídricos da albufeira.

As acções de experimentação resultantes deste projecto, permitiram aferir as condições mínimas para a utilização do fogo controlado para redução do risco de incêndio na vegetação em torno da albufeira. A utilização de métodos motomanuais e/ou mecânicos (destróçamento do material vegetal) não reduz a carga combustível, alterando apenas as suas propriedades físicas. Durante o período de Verão, este combustível apesar de ter sido intervencionado, continua a possuir condições para a propagação sustentada do fogo, e para a ocorrência pontual de intensidades elevadas superiores ao limite de ataque das equipas de extinção. O fogo controlado pode ser utilizado para reduzir a

carga de combustível resultante da aplicação destes métodos considerados como pré-tratamento.

Os objectivos de gestão de matos, condições base essenciais para aplicação de fogo controlado e os parâmetros de prescrição são apresentados de seguida.

Objectivos de gestão e condições base para aplicação de fogo controlado

TIPO DE COMBUSTÍVEL

Combustível composto por esteval puro (*Cistus sp.*). Existência pontual de urze (*Erica sp.*) e tojo (*Ulex sp.*)

OBJECTIVO GERAL DE GESTÃO

Redução do risco de incêndio florestal

OBJECTIVOS ESPECÍFICOS DE GESTÃO

Redução da carga de combustível fino em 85 a 90%

Redução da % de coberto vegetal em 90%

LOCALIZAÇÃO

Abrantes / Tomar

TRATAMENTO PRÉVIO DE COMBUSTÍVEIS

Tratamento mecânico ou motomanual. Período posterior de secagem mínimo de 15 dias sem chuva.

PADRÃO DE IGNIÇÃO

Linear por faixas. Propagação de cabeça.



Fotografia 44. Fogo experimental efectuado no âmbito do Projecto “Nascentes para a Vida”

ELEMENTOS DA PRESCRIÇÃO		
DESCRIÇÃO	INTERVALO	ÓPTIMO
Época de tratamento		
<i>Pré-tratamento motomanual</i>	Outubro – Maio	Outubro – Maio
Intervalo entre fogos controlados (anos)		3 - 4
Variáveis meteorológicas		
<ul style="list-style-type: none"> • Velocidade do vento (km/h) 	1 - 25	5 - 15
<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura do ar (°C) 	≤ 25	≤ 20
<ul style="list-style-type: none"> • Humidade relativa do ar (%) 	≥ 35	45 - 75
<ul style="list-style-type: none"> • Número de dias sem chuva 	1 - 15	2 - 6
Propagação do fogo ¹		
<i>A favor do vento e/ou declive</i>		
<ul style="list-style-type: none"> • Velocidade de propagação (m.hr⁻¹) 	112 - 309	
<ul style="list-style-type: none"> • Comprimento de chama (m) 	0,1 - 1,0	
<i>A contra vento e/ou declive</i>		
<ul style="list-style-type: none"> • Velocidade de propagação (m.hr⁻¹) 	2 - 20	
<ul style="list-style-type: none"> • Comprimento de chama (m) 	0,8 - 2,0	

¹ Propagação do fogo associada a pré-tratamento motomanual, para esteval puro com altura entre 1,0 e 1,5m. Período de secagem de 15 dias.

NOTA: Os dados foram recolhidos com base na realização de 19 medições em 6 fogos experimentais. O intervalo de comportamento de fogo pode variar para condições meteorológicas fora do intervalo testado, pelo que será necessário a realização de fogos experimentais em condições diferentes das testadas. Os dados de propagação do fogo deverão ser complementados com análise e recolha de dados durante incêndios florestais. Os elementos da prescrição foram definidos com base na análise da informação recolhida durante os fogos controlados, e ainda com base na experiência prática na utilização de fogo controlado dos técnicos da GIFF - Gestão Integrada de Fogos Florestais S.A.

7. TAREFA 3.2.06 REALIZAÇÃO DE ACÇÕES DE DEMONSTRAÇÃO

Acção de demonstração #1

Decorreram no passado dia 23 de Março de 11 as acções práticas de experimentação e demonstração de técnicas de gestão de matos no âmbito do Projecto Biodiversidade (Tarefa 3.2.) na área envolvente da Albufeira de Castelo de Bode (Aldeia do Mato).

Pretendeu-se com esta acção iniciar um conjunto de trabalhos que permitam propor soluções para a gestão específica dos estevais tendo em consideração a minimização de custos das operações e a efectividade dos resultados para reduzir o risco de propagação e dimensão de incêndios florestais. Os ensaios consistiram no corte da esteva com métodos motomanuais e mecânicos com posterior secagem e queima dos resíduos resultantes. Parte das parcelas foram tratadas com este método, e as restantes sem queima para posterior análise. A acção executada por técnicos credenciados em fogo controlado da empresa Gestão Integrada de Fogos Florestais S.A. contou ainda com a presença de 1 equipa de sapadores florestais da APROFLORA, 1 equipa da Força Especial de Bombeiros e 1 equipa dos Bombeiros Voluntários de Abrantes. Estiveram presentes os proprietários e responsáveis pela ZIF de Aldeia do Mato e o coordenador do projecto da EPAL.

Acção de demonstração #2

Decorreram no passado dia 20 de Abril de 2011 as acções de demonstração de gestão de matos na freguesia de Serra, concelho de Tomar. Os tratamentos foram realizados com recurso a métodos motomanuais com motorrouçadora. Com este tratamento pretendeu-se realizar uma selecção e protecção de espécies arbustivas e arbóreas existentes na parcela, com interesse especial de conservação. A acção foi executada pela equipa de sapadores florestais da APROFLORA com 5 elementos. Estiveram presentes o técnico do município de Tomar, coordenador do projecto da EPAL e técnico GiFF.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão de combustíveis pode tornar-se extraordinariamente complexa na prática, em contraste com a sua simplicidade conceptual, uma vez que é estrangida por diversos factores (que apenas afluamos) de carácter ambiental, social e económico, e não decorre isoladamente das restantes componentes da gestão do fogo e do território (PYNE *et al.*, 1996).

Considerando o controlo de matos conclui-se que este pode ser efectuado por inúmeros equipamentos de baixo - médio rendimento em trabalho, cabendo a cada um o controlo de pequenas áreas, ou por equipamentos de elevada capacidade de trabalho, que seriam utilizadas em grandes superfícies (SANTOS, 1999).

As reticências em financiar a gestão de combustíveis numa escala espacial significativa são compreensíveis. Se o investimento no tratamento de uma porção razoável da paisagem é elevado, muitíssimo mais elevado é no entanto o custo combinado — em supressão, danos e reabilitação — associado a um incêndio de elevada severidade que percorra o território em causa (FERNANDES, s/d).

Importa então minimizar os pesos da subjectividade e arbitrariedade no planeamento e execução de projectos de gestão de combustíveis. A elevada complexidade do comportamento e efeitos do fogo, especialmente em ambientes meteorológicos extremos, acarreta incertezas e impede generalizações quanto à eficácia da gestão de combustíveis (FERNANDES, s/d).

Considerando as diferentes soluções para controlo de matos, a solução escolhida, desde que não se pretenda a recolha do material, passa, geralmente, por um sistema de controlo misto, conciliando as diversas soluções apresentadas (SANTOS, 2001), de forma

a alcançar os objectivos pretendidos, tanto ao nível de redução de carga de combustível como pela promoção da biodiversidade na albufeira de Castelo de Bode.

As áreas de mato dominado por *Cistus ladanifer* (esteval), constituem uma formação combustível com continuidade horizontal e vertical de combustível, onde a propagação do fogo está limitada pela sazonalidade das condições meteorológicas e pelo estado da vegetação que se lhe associam. Em estevais quase puros, como a situação de estudo seleccionada, a propagação do fogo está dependente da disponibilidade dos combustíveis finos mortos (vegetação herbácea), determinada pelo teor de humidade e pela sua continuidade espacial, que existe num período específico do ano, normalmente de Junho a Setembro. Ao contrário de outras formações combustíveis, que ardem após um período de ausência de chuva nos meses de Inverno, o esteval não permite pelas condições descritas acima, tornando a gestão deste combustível com recurso ao fogo controlado um desafio e objecto de análise.

A elevada recorrência de incêndios florestais na zona, origina uma degradação acentuada dos solos com a consequente dominância de espécies mais adaptadas a estas condições. Por outro lado, o esteval pelas características particulares da espécie, não permite a germinação de outras espécies, levando a longo prazo à existência de um esteval contínuo estendido a toda a região.

Dos resultados dos tratamentos testados nesta área conclui-se que aquele que apresenta melhores resultados na diminuição do perigo de incêndio é o fogo controlado após corte moto-manual, seguido de perto pelo tratamento mecânico com destroçador. Este último poderá no entanto apresentar algumas limitações de aplicabilidade em área onde o declive ou a pedregosidade do solo condiciona o trabalho das máquinas.

A aplicação do fogo controlado como técnica de gestão de combustíveis está reconhecida como uma alternativa eficiente, quer em resultados operacionais quer em rentabilidade. No caso do esteval, a necessidade de proceder ao corte prévio da vegetação poderá diminuir a sua eficiência económica, mas tal facto deverá ser sempre ponderado face às alternativas (corte com remoção dos combustíveis, valor a proteger,...).

A aplicação independente desta técnica neste tipo de formação vegetal poderá ser adequada a uma janela de prescrição meteorológica diferente, que elimine a necessidade

do corte prévio da vegetação. Este intervalo de condições óptimas deverá ser objecto de próximos trabalhos de experimentação e validação no terreno.

A inexistência de informação relativa à titularidade dos terrenos, e falta de autorização de alguns proprietários para a instalação das parcelas nas zonas seleccionadas, dificultou o normal avanço dos trabalhos constantes nas tarefas propostas no projecto.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABBOTT, L., 1984. Changes in the abundance and activity of certain soil and litter fauna in the Jarrah forest of western Australia after a moderate intensity fire. *Australian Journal of Soil Research* 22: 463-469.
2. AERTS, R., 1995. The advantage of being evergreen. *Trends in Ecology & Evolution* 10: 402-407.
3. AGEE, J. K., BAHRO, B., FINNEY, M. A., OMI, P. N., SAPSIS, D. B., SKINNER, C. N., VAN WAGTENDONK, J. W., WEATHERSPOON, C. P., 2000. The use of shaded fuelbreaks in landscape fire management. *Forest Ecology and Management* 127: 55-66.
4. ALLEN, C. D., SAVAGE, M., FALK, D. A., SUCKLING, K. F., SWETNAM, T. W., SCHULKE, T., STACEY, P. B., MORGAN, P., HOFFMAN, M., KLINGEL, J. T., 2002. Ecological restoration of southwestern ponderosa pine ecosystems: a broad perspective. *Ecological Applications* 12: 1418-1433.
5. ALVES, A. L., CARVALHO, N. S., SILVEIRA, A. C., MARQUES, J. P., COSTA, Z., HORTA, A. L. L., 2003. *O abandono da actividade agrícola*. MADRP, Lisboa.
6. ANÓNIMO, 1994. *Managing competing and unwanted vegetation. Methods Information Profile*. Mechanical.
7. ANDREWS, P. L., BEVINS, C. D., SELI, R. C., 2008. *BehavePlus fire modeling system, version 4.0: User's Guide*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-106WWW Revised. Ogden, UT: Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
8. ATLEGIM, O., SJÖBERG, K., 2004. Selective felling as a potential tool for maintaining biodiversity in managed forests. *Biodiversity and Conservation* 13: 1123-1133.
9. BATTLES, J., SHLISKY, A. J., BARRETT, R. H., HEALD, R. C., ALLEN-DIAZ, B. H., 2001. The effects of forest management on plant species diversity in a Sierran conifer forest. *Forest Ecology and Management* 146: 211-222.
10. BEAUDRY, S., DUCHESNE, L. C., COTE, B., 1997. Short-term effects of three forestry practices on carabid assemblages in a jack pine forest. *Canadian Journal of Forest Research* 27: 2065-2071.

11. BENGTTSSON, J., NILSSON, S. G., FRANC, A., MENOZZI, P., 2000. Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests. *Forest Ecology and Management* 132: 39-50.
12. BERNALDEZ, F. G., 1991. Ecological consequences of the abandonment of traditional land use systems in Central Spain. *Óptions Méditerranéennes* 15: 23-29.
13. BLONDEL, J., FARRÉ, H., 1988. The convergent trajectories of bird communities along ecological successions in European forests. *Oecologia* 75: 83-93.
14. BORGES, J. G., 1999. Paradigmas, Tecnologias e Equívocos em Gestão de Recursos Florestais. *Revista Florestal* 12: 26-34.
15. BOTELHO, H. S., 1993. *Importância dos combustíveis para a previsão do comportamento do fogo em incêndios florestais*. Simpósio sobre catástrofes naturais: Estudo, Prevenção e Protecção, LNEC, Lisboa.
16. BOTELHO, H., FERNANDES, P., LOUREIRO, C., 2002. *Manual de formação para a técnica do fogo controlado*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. 1ª Edição. Comissão Nacional Especializada de Fogos Florestais. Vila Real.
17. BOTELHO, H., FERNANDES, P., LOUREIRO, C., 2008. *Guia de campo para fogo controlado em matos*. Grupo de Fogos, Departamento Florestal, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
18. BOTELHO, H. S., VAREJÃO, E., FERNANDES, P., 1990. *Caracterização de combustíveis florestais: sua utilização na previsão do comportamento do fogo*. Livro do II Congresso Florestal Nacional, pp. 729-742.
19. BOYLES, J. G., AUBREY, D. P., 2006. Managing forests with prescribed fire: Implications for a cavity-dwelling bat species. *Forest Ecology and Management* 222: 108-115.
20. BRASHEARS, M. B., FAJVAN, M. A., SCHULER, T. M., 2004. An assessment of canopy stratification and tree species diversity following clearcutting in central Appalachian hardwoods. *Forest Science* 50: 54-64.
21. BRENNAN, L. A., ENGSTROM, R. T., PALMER, W. E., HERMANN, S. M., HURST, G. A., BURGER, L. W., HARDY, C. L., 1998. Whither wildlife without fire? *Transactions of the 63rd American Wildland Nature Resources Conference* 63: 402-414.
22. BREWER, J. S., PLATT, W. J., 1994. Effects of fire season and herbivory on reproductive success in a clonal forb, *Pityopsis graminifolia*. *Journal of Ecology* 82: 665-675.
23. BROKAW, N. V., LENT, R. A., 1999. Vertical structure. In HUNTER, M. L. (Ed.), *Maintaining biodiversity in forest ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 335-361.
24. BRUNO-SOARES, A. M., ABREU, J. M., SOLER, F., 2003. Preliminar *in vitro* studies of *Cistus salviifolius* leaves in relation to metabolic disorders in sheep. In Acamovic, T., Stewart, C. S., Pennycott, T. W. (Eds.), *Poisonous plants and related toxins*, CABI Publishing, Oxford.
25. BRUNO-SOARES, A. M., 2008. O controlo da vegetação herbácea e arbustiva pelos pequenos ruminantes nos ecossistemas multi-funcionais em Portugal. In MOREIRA, M.

- B., COELHO, I. S. (Coord.), *A silvopastorícia na prevenção dos fogos rurais*. ISA Press, Lisboa, pp. 49-60.
26. BURY, R. B., MAJOR, D. J., PILLIOD, D., 2000. Responses of amphibians to fire disturbance in Pacific Northwest forests: a review. In FORD, W. M., RUSSELL, K. R., MOORMAN, C. E. (eds.) *The role of fire in nongame wildlife management and community restoration: traditional uses and new directions*. General Technical Report NE-288. Newtown Square, USDA Forest Service, Northeastern Research Station, pp. 34-42.
 27. CAMARDA, I., BRUNDU, G., SATTI, V., 2004. *Fire in Mediterranean macchia: a case of study in S-W Sardinia*. II Simposio Internacional sobre Políticas, Planificación y Economía contra Incendios Forestales, Córdoba.
 28. CAMPBELL, J. W., HANULAA, J. L., WALDROP, T. A., 2007. Effects of prescribed fire and fire surrogates on floral visiting insects of the blue ridge province in North Carolina. *Biological Conservation* 34: 393-404.
 29. CASTRO, M., 1998. *Etude comparative de deux surfaces fourragères dans un système agroforestier: valeur nutritive et utilisation de la végétation par les animaux*. Thèse Master, ENSAM, AGROPOLIS, Montpellier.
 30. CHAMORRO, E. (s/d). *Tratamiento de la vegetación preexistente. Desbroce. Destoconado. Cerramientos*. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Universidad de Vigo.
 31. CNR, 2005. *Orientações estratégicas para a recuperação das áreas ardidas em 2003 e 2004*. Equipa de Reflorestação, Conselho Nacional de Reflorestação, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e das Florestas, MADRP, Lisboa.
 32. COLIN, P. Y., JAPPIOT, M., MARIEL, A., 2001. *Protection des forêts contre l'incendie*. Cahier FAO Conservation 36, FAO/CEMAGREF, Rome.
 33. CONVERSE, S. J., WHITE, G. C., BLOCK, W. M., 2006. Small mammal responses to thinning and wildfire in ponderosa pine-dominated forests of the southwestern USA. *Journal of Wildlife Management* 70(6): 1711-1722.
 34. CORREIA, S., 1985. *Noções básicas de defesa da floresta contra incêndios*. Direcção-Geral das Florestas, Lisboa.
 35. COUTURE, G., LEGRIS, J., LANGEVIN, L., LABERGE, L., 1995. *Évaluation des impacts du glyphosate utilisé dans le milieu forestier*. Ministère des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier, Service du suivi environnemental, Québec.
 36. COVINGTON, W. W., FULÉ, P. Z., HART, S. C., WEAVER, R. P., 2001. Modeling ecological restoration effects on ponderosa pine forest structure. *Restoration Ecology* 9: 421-431.
 37. COVINGTON, W. W., FULÉ, P. Z., MOORE, M. M., HART, S. C., KOLB, T. E., MAST, J. N., SACKETT, S. S., WAGNER, M. R., 1997. Restoring ecosystem health in ponderosa pine forests of the southwest. *Journal of Forestry* 95: 23-29.

38. CROW, T. R., BUCKLEY, D. S., NAUERTZ, E. A., ZASADA, J. C., 2002. Effects of management on the composition and structure of northern hardwood forests in upper Michigan. *Forest Science* 48: 129-145.
39. CRRAA, 2006. *Orientações para a recuperação das áreas ardidas no Alto Alentejo em 2003*. Comissão Regional de Reflorestação do Alto Alentejo, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e das Florestas, MADRP, Lisboa.
40. DE LUIS, M., RAVENTÓS, J., GONZÁLEZ-HIDALGO, J. C., 2006. Post-fire vegetation succession in Mediterranean gorse shrublands. *Acta Oecologica* 30: 54-61.
41. DECOCQ, G., AUBERT, M., DUPONT, F., ALARD, D., SAGUEZ, R., WATTEZ-FRANGER, A., DE FOUCAULT, B., DELELIS-DUSOLLIER, A., BARDAT, J., 2004. Plant diversity in a managed temperate deciduous forest: understory response to two silvicultural systems. *Journal of Applied Ecology* 41: 1065-1079.
42. DELGADO, A., 2001. *Efeitos do fogo controlado nas populações de vertebrados*. Projecto-piloto – O fogo controlado na prevenção de incêndios florestais no Perímetro de Entre Vez e Coura, Jornadas Técnicas para Divulgação de Resultados, Ponte de Lima, DRAEDM/EFN/CEABN-ISA/UTAD, pp. 9-12.
43. DELITTI, W., FERRAN, A., TRABAUD, L., VALLEJO, V. R., 2004. 2005. Effects of Fire Recurrence in *Quercus coccifera* L. Shrublands of the Valencia Region (Spain): I. Plant Compositions and Productivity. *Plant Ecology* 177(1), 57-70.
44. DGRF, 2007. *Estratégia Nacional para as Florestas*. DGRF-INCM, Lisboa.
45. DIAS, J. C., 2008. Perspectivas da silvopastorícia na serra do Algarve. O contributo dos caprinos In MOREIRA, M. B., COELHO, I. S. (Coord.), *A silvopastorícia na prevenção dos fogos rurais*. ISA Press, Lisboa, pp. 197-210.
46. DÍAZ-DELGADO, R., LLORET, F., PONS, X. TERRADAS, J., 2002. Satellite evidence of decreasing resilience in Mediterranean plant communities after recurrent wildfires. *Ecology* 83: 2293-2303.
47. DOUGLAS, J. E., VAN LEAR, D. H., 1983. Prescribed burning and water quality of ephemeral streams in the Piedmont of South Carolina. *Forest Science* 29(1): 181-189.
48. DROC, 1986. *PROT do Alto Mondego: zona envolvente das barragens do Coiço-Fronhas-Aguieira – IV Propostas de ordenamento e desenvolvimento*. Direcção Regional de Ordenamento do Centro, Coimbra.
49. DUGUY, B., 2003. *Interacción de la historia de usos del suelo y el fuego en condiciones mediterráneas. Respuesta de los ecosistemas y estructura del paisaje*. Dissertação de doutoramento, Universidad de Alicante.
50. DUREAU, R., AUSSIBAL, G., BEYLIER, B., BROSSE-GENEVET, E., CLOPEZ, M., ÉTIENNE, M., KMIEC, L., RIGOLOT, E., ROUVILLE, S., 2003. *Gestion des garrigues à chêne kermes sur coupures de combustible*. Réseau Coupures de Combustibles n.º 8.
51. ELORRIETA, I., REY, C., 2004. *Mechanisms for the internalisation of the environmental benefits of forests and their application to forest fire prevention*. II Simposio

Internacional sobre Políticas, Planificación y Economía contra Incendios Forestales, Córdoba.

52. ÉTIENNE, M., RIGOLOT, E., 2003. Garantir l'efficacité des opérations de prévention des incendies de forêt. Un réseau pour une maîtrise à moyen terme. *Façade* 19: 1-4.
53. FERNANDES, J. P., 2007. *Biomass for energy production: implications for biodiversity and environment (the European scenario)*. 15 th Annual Conference of the European Environment and Sustainable Development Advisory Councils (EEAC), Évora.
54. FERNANDES, P. M., 2001. Fire spread prediction in shrub fuels in Portugal. *Forest Ecology and Management* 144(1-3): 67-74.
55. FERNANDES, P. M., 2006. Silvicultura preventiva e gestão de combustíveis: opções e optimização. In PEREIRA, J. S., PEREIRA, J. C., REGO, F. C., SILVA, J. M. N., PEREIRA DA SILVA, T., *Incêndios Florestais em Portugal*. ISA Press, Lisboa, pp. 327-354.
56. FERNANDES, P., BOTELHO, H., LOUREIRO, C., 2000. *Guia de fogo controlado em povoamentos de Pinheiro bravo*. Departamento Florestal, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
57. FERNANDES, P., GONÇALVES, H., LOUREIRO, C., FERNANDES, M., COSTA, T., CRUZ, M. G., BOTELHO, H., 2009. Modelos de combustível florestal para Portugal. In *Actas do 6º Congresso Florestal Nacional*, pp. 348-354, SPCF, Lisboa.
58. FERRAN, A., DELITTI, W., VALLEJO, V. R., 2005. Effects of Fire Recurrence in *Quercus coccifera* L. Shrublands of the Valencia Region (Spain): II. Plant and Soil Nutrients. *Plant Ecology* 177(1), 71-83.
59. FINNEY, M. A., 2004. *Theory and evidence of landscape fuel treatment effects*. USDA Forest Services.
60. FLOYD, T. M., RUSSELL, K. R., MOORMAN, C. E., VAN LEAR, D. H., GUYNN, D. C., LANHAM, J. D., 2002. Effects of prescribed fire on herpetofauna within hardwood forests of the Upper Piedmont of South Carolina: a preliminary analysis. In OUTCALT, K. W. (ed.) *Proceedings of the eleventh biennial southern silvicultural research conference*. General Technical Report SRS-48. Asheville, USDA Forest Service, Southern Research Station, pp. 123-127.
61. FORD, W. M., MENZEL, M. A., MCGILL, D. W., LAERM, J., MCCAY, T. S., 1999. Effects of a community restoration fire on small mammals and herpetofauna in the Southern Appalachians. *Forest Ecology and Management* 114: 233-243.
62. FORTIER, J., MESSIER, C., 2006. Are chemical or mechanical treatments more sustainable for forest vegetation management in the context of the TRIAD? *The Forestry Chronicle* 82(6): 806-818.
63. FRANKLIN, J. F., 1993. Preserving biodiversity – species, ecosystems, or landscapes. *Ecological Applications* 3: 202-205.
64. FRANZ, J. E., MAO, M. K., SIKORSKI, J. A., 1997. *Glyphosate: A unique global herbicide*. American Chemistry Society Monographs 189, Washington, DC.

65. GAGAN, A. B., 2002. *The effects of prescribed fire on millipede and salamander populations in a southern Appalachian deciduous forest*. MS Thesis, Eastern Tennessee University, Johnson City.
66. GARCÍA, D., ZAMORA, R., HÓDAR, J. A., GÓMEZ, J. M., 1999. Age structure of *Juniperus communis* L. in the Iberian peninsula: conservation of remnant populations in Mediterranean mountains. *Biological Conservation* 87: 215-220.
67. GILLIAM, F. S., ROBERTS, M. R., 1995. Impacts of forest management on plant diversity. *Ecological Applications* 5: 911-912.
68. GÓMEZ, J., GUZMÁN, A., 2004. *Integral Plan for the Prevention of Forest Fires in Spain in the case of the Community of Valencia*. II Simposio Internacional sobre Políticas, Planificación y Economía contra Incendios Forestales, Córdoba.
69. GRAHAM, R., MCCAFFREY, S., JAIN, T., (tech. eds.), 2004. *Science basis for changing forest structure to modify wildfire behavior and severity*. General Technical Report RMRS-GTR-120, USDA Forest Service, Fort Collins.
70. GREEN, L. R., 1977. *Fuelbreaks and other fuel modification for wildland fire control*. USDA Forest Service, Agriculture Handbook 499.
71. GREEN, L. R., NEWELL, L. A., 1982. *Using goats to control brush regrowth on fuelbreaks*. USDA General Technical Report PSW-59, Berkeley, California.
72. GREENBERG, C. H., 2001. Response of reptile and amphibian communities to canopy gaps created by wind disturbance in the southern Appalachians. *Forest Ecology and Management* 148: 135-144.
73. GREENBERG, C. H., WALDROP, T. A., 2008. Short-term response of reptiles and amphibians to prescribed fire and mechanical fuel reduction in a southern Appalachian upland hardwood forest. *Forest Ecology and Management* 255: 2883-2893.
74. GRESSWELL, R. E., 1999. Fire and aquatic ecosystems in forested biomes of North America. *Transactions of the American Fisheries Society* 128: 193-221.
75. GUIOMAR, N., FERNANDES, J. P., MOREIRA, M. B., 2007. *A multifuncionalidade do território na gestão do risco de incêndio florestal*. [CD-Rom] Actas do III Congresso dos Estudos Rurais, SPER/Universidade do Algarve, Faro.
76. GUIOMAR, N., RAMALHO, C., 2006. Defensa del sector forestal en Portugal contra los incendios forestales. *EuropaCork*, IV(28): 24-29.
77. GUIOMAR, N., RAMALHO, C., PINHO, J., PAULO, S., MARTINS, J., 2006. *Análise de padrões espaciais em SIG para a implementação de faixas e mosaicos de gestão de combustíveis florestais – Contributos metodológicos para a definição da rede de defesa da floresta contra incêndios*. [CD-Rom] Proceedings do ESIG 2006, USIG, Oeiras.
78. HALPERN, C. B., SPIES, T. A., 1995. Plant species diversity in natural and managed forests of the Pacific Northwest. *Ecological Applications* 5: 913-934.

79. HANN, W. J., HEMSTROM, M. A., HAYNES, R. W., CLIFFORD, J. L., GRAVENMIER, R. A., 2001. Costs and effectiveness of multi-scale integrated management. *Forest Ecology and Management* 153: 127-145.
80. HANSEN, A. J., URBAN, D. L., 1992. Avian response to landscape pattern: the role of species' life histories. *Landscape Ecology* 7: 163-180.
81. HANULA, J. L., WADE, D. D., 2003. Influence of long-term dormant season burning and fire exclusion on ground-dwelling arthropod populations in longleaf pine flatwoods ecosystems. *Forest Ecology and Management* 175: 163-184.
82. HARPOLE, D. N., HAAS, C. A., 1999. Effects of seven silvicultural treatments on terrestrial salamanders. *Forest Ecology and Management* 114: 349-356.
83. HARTZLER, B., 2001. *Glyphosate – A Review*. Department of Agronomy. Weed science. Iowa State University, Iowa City, Iowa.
84. HERMANN, S. M., HOOK, T. V., FLOWERS, R. W., BRENNAN, L. A., GLITZENSTEIN, J. S., STRENG, D. R., WALKER, J. L., MYERS, R. L., 1998. Fire and biodiversity: Studies of vegetation and arthropods. *Transactions 63rd North American Wildland Natural Resources Conference* 63: 384-401.
85. JANSEN, R., LITTLE, R. M., CROWE, T. M., 1999. Implications of grazing and burning of grasslands on the sustainable use of francolins (*Francolinus* spp.) and on overall bird conservation in the highlands of Mpumalanga province, South Africa. *Biodiversity and Conservation* 8: 587-602.
86. KAUFFMAN, J. B., 2004. Death rides the forest: perceptions of fire, land use, and ecological restoration of western forests. *Conservation Biology* 18(4): 878-882.
87. KEELEY, J. E., 1986. Resilience of Mediterranean shrub communities to fire. In DELL, B., HOPKINS, A. J. M., LAMONT, B. B. (Eds.), *Resilience in Mediterranean type ecosystems*. Dr. W Junk, Dordrecht, pp. 95-112.
88. KERSTYN, A., STILING, P., 1999. The effects of burn frequency on the density of some grasshoppers and leaf miners in a Florida sandhill community. *Florida Entomology* 82: 499-505.
89. KEYSER, P. D., SAUSVILLE, D. J., FORD, W. M., SCHWAB, D. J., BROSE, P. H., 2004. Prescribed fire impacts to amphibians and reptiles in shelterwood-harvested oak-dominated forests. *Virginia Journal of Science* 55: 159-168.
90. KNAPP, E. E., KEELEY, J. E., BALLENGER, E. A., BRENNAN, T. J., 2005. Fuel reduction and coarse woody debris dynamics with early season and late season prescribed fire in a Sierra Nevada mixed conifer forest. *Forest Ecology and Management* 208: 383-397.
91. KNAPP, E. E., SCHWILK, D. W., KANE, J. M., KEELEY, J. E., 2007. Role of burning season on initial understory vegetation response to prescribed fire in a mixed conifer forest. *Canadian Journal of Forest Research* 37: 11-22.

92. KOOLS, S. A. E., ROOVERT, M., VAN GESTEL, C. A. M., VAN STRAALEN, N. M., 2005. Glyphosate degradation as a soil health indicator for heavy metal polluted soils. *Soil Biology and Biochemistry* 37(7): 1303-1307.
93. LEE, S. D., 2004. Population dynamics and demography of deermice (*Peromyscus maniculatus*) in heterogeneous habitat: role of coarse woody debris. *Polish Journal of Ecology* 52: 55-62.
94. LINDENMAYER, D. B., MARGULES, C. R., BOTKIN, D. B., 2000. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conservation Biology* 14: 941-950.
95. LLORET, F., PAUSAS, J. G., VILÀ, M., 2003. Responses of Mediterranean Plant Species to different fire frequencies in Garraf Natural Park (Catalonia, Spain): field observations and modelling predictions. *Plant Ecology* 167: 223-235.
96. LLORET, F., VILÀ, M., 2003. Diversity patterns of plant functional types in relation to fire regime and previous land use in Mediterranean woodlands. *Journal of Vegetation Science* 14: 387-398.
97. LUIS-CALABUIG, E., TÁRREGA, R., CALVO, L., MARCOS, E. VALBUENA, L. 2000. History of landscape changes in northwest Spain according to land use and management. In TRABAUD, L. (Ed.), *Life and environment in the Mediterranean*. WIT Press, Southampton, pp. 43-86.
98. MANSO, F. T., 2008. A problemática das relações entre floresta, fogo e o pastoreio: resultados indicadores no Norte de Portugal. In MOREIRA, M. B., COELHO, I. S. (Coord.), *A silvopastorícia na prevenção dos fogos rurais*. ISA Press, Lisboa, pp. 141-158.
99. MANSO, F., BENTO, J., REGO, F., 2005. *Fogo controlado, corte e pastoreio. Resposta da vegetação a diferentes técnicas de gestão*. 5º Congresso Florestal Nacional: A Floresta e as Gentes, IPV, Viseu.
100. MASSON, P., 1995. Influence of sylvopastoral management on the functioning of the cork-oak forest. *Options Méditerranéennes* 12: 175-178.
101. MCCULLOUGH, D. G., WERNER, R. A., NEUMANN, D., 1998. Fire and insects in northern and boreal forest ecosystems of North America. *Annual Review of Entomology* 43: 107-127.
102. MERRIAM, K. E., KEELEY, J. E., BEYERS, J. L., 2007. *The role of fuel breaks in the invasion of nonnative plants*. Scientific Investigations Report 2006-5185, USGS, Virginia.
103. MOLINA, D., 2000. Actuación sobre los Combustibles Forestales: Fuego Prescrito. In Vélez, R., (Ed.), *La defensa contra incendios forestales*. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U., Madrid, pp. 14.36-14.42.
104. MONROE, M. E., CONVERSE, S. J., 2006. The effects of early season and late season prescribed fires on small mammals in a Sierra Nevada mixed conifer forest. *Forest Ecology and Management* 236: 229-240.
105. MONTÈS, N., BALLINI, C., BONIN, G., FAURES, J., 2004. A comparative study of aboveground biomass of three Mediterranean species in a post-fire succession. *Acta Oecologica* 25: 1-6.

106. MORENO, J. M., VÁZQUEZ, A., VÉLEZ, R., 1998. Recent history of forest fires in Spain. In Moreno, J. M. (Ed.) *Large forest fires*, Backhuys Publishers, Leiden, pp. 159-185.
107. MOREIRA, F., DELGADO, A., FERREIRA, S., BORRALHO, R., OLIVEIRA, N., INÁCIO, M., SILVA, J. S., REGO, F. C., 2003. Effects of prescribed fire on vegetation structure and breeding birds in young *Pinus pinaster* stands of northern Portugal. *Forest Ecology and Management* 184: 225-237.
108. MOREIRA, M. B., 2006a. O empresariado rural, a pastorícia e a prevenção dos fogos florestais. *Revista Confragri/Espaço Rural* 53: 33-35.
109. MOREIRA, M. B., 2006b. O empresariado rural, a pastorícia e a prevenção dos fogos florestais. *Revista Confragri/Espaço Rural* 54: 37-39.
110. MONZÓN, A., FERNANDES, P., RODRIGUES, N., 2004. Vegetation structure descriptors regulating the presence of wild rabbit in the National Park of Peneda-Gerês, Portugal. *European Journal of Wildlife Research* 50(1): 1-6.
111. NAVEH, Z., 1994. The role of fire and its management in the conservation of Mediterranean ecosystems and landscapes. In Moreno, J. M., Oechel, W. C. (Eds.) *The role of fire in Mediterranean-type ecosystems*, Ecological Studies, Springer-Verlag, Vol. 107, pp. 163-186.
112. NE'EMAN, G., DAFNI, A., POTSS, S. G., 2000. The effect of fire on flower visitation rate and fruit set in four core-species in the east Mediterranean scrubland. *Plant Ecology* 146: 97-104.
113. NIEMELÄ, J., 1999. Management in relation to disturbance in the boreal forest. *Forest Ecology and Management* 115: 127-134.
114. NIWA, C. G., PECK, R. W., 2002. Influence of prescribed fire on carabid beetle (Carabidae) and spider (Araneae) assemblages in forest litter in Southwestern Oregon. *Environmental Entomology* 31(5): 785-796.
115. OMI, P.N., 1979. Planning future fuelbreak strategies using mathematical modeling techniques. *Environmental Management* 3(1): 73-80.
116. PÄRT, T., SÖDERSTRÖM, B., 1999. The effects of management regimes and location in landscape on the conservation of farmland birds breeding in semi-natural pastures. *Biological Conservation* 90: 113-123.
117. PAUSAS, J. G., 2003. The effect of landscape pattern on Mediterranean vegetation dynamics: A modelling approach using functional types. *Journal of Vegetation Science* 14: 365-374.
118. PAUSAS, J. G., RIBEIRO, E., VALLEJO, V. R., 2004. Post-fire regeneration variability of *Pinus halepensis* in the eastern Iberian Peninsula. *Forest Ecology and Management* 203: 251-259.
119. PEREZ, B., CRUZ, A., FERNANDEZ-GONZALEZ, F., MORENO, J. M., 2003. Effects of the recent land-use history on the postfire vegetation of uplands in Central Spain. *Forest Ecology and Management* 182: 273-283.

120. PINHO, J., 2008. Organização do território e defesa da floresta contra incêndios. In MOREIRA, M. B., COELHO, I. S. (Coord.), *A silvopastorícia na prevenção dos fogos rurais*. ISA Press, Lisboa, pp. 31-48.
121. PINHO, J., LOURO, G., PAULO, S., 2006. Orientações Estratégicas para a Recuperação das Áreas Ardidas: A experiência da Equipa de Reflorestação. In PEREIRA, J. S., PEREIRA, J. C., REGO, F. C., SILVA, J. M. N., PEREIRA DA SILVA, T. (Eds.), *Incêndios Florestais em Portugal*. ISA Press, Lisboa, pp. 327-354.
122. PILLIOD, D. S., BURY, R. B., HYDE, E. J., PEARL, C. A., CORN, P. S., 2003. Fire and amphibians in North America. *Forest Ecology and Management* 178: 163-181.
123. PINTO-CORREIA, T., 1993. Land abandonment: changes in the land use patterns around the Mediterranean basin. *Óptions Méditerranéennes* 1(2): 97-112.
124. PINTO-CORREIA, T., BREMAN, B., JORGE, V., DNEBOSKÁ, M., 2006. *Estudo sobre o Abandono em Portugal Continental – Análise das Dinâmicas da Ocupação do Solo, do Sector Agrícola e da Comunidade Rural: Tipologia de Áreas Rurais*. Universidade de Évora.
125. PINTO-CORREIA, T., VOS, W., 2004. Multifunctionality in Mediterranean landscapes – past and future. In JONGMAN, R. (Ed.), *The new dimensions of the European landscape*, Wageningen EU Frontis Series, Springer, pp. 135-164.
126. PLANA, E., CERDAN, R., CASTELLNOU, M., 2005. Developing firebreaks. In MANSOURIAN, S., VALLAURI, D., DUDLEY, N. (Eds.), *Forest restoration in landscapes: beyond planting trees*, Springer, New York, pp. 269-273.
127. PONS, P., LAMBERT, B., RIGOLOT, E., PRODON, R., 2003. The effects of grassland management using fire on habitat occupancy and conservation of birds in a mosaic landscape. *Biodiversity and Conservation* 12: 1843-1860.
128. POTTS, S. G., VULLIAMY, B., DAFNI, A., NE'EMAN, G., O'TOOLE, C., ROBERTS, S., WILLMER, P., 2003. Response of plant–pollinator communities to fire: changes in diversity, abundance and floral reward structure. *Oikos* 101: 103-112.
129. PREISS, E., MARTIN, J. L., DEBUSSCHE, M., 1997. Rural depopulation and recent landscape changes in a Mediterranean region: consequences to the breeding avifauna. *Landscape Ecology* 12: 51-61.
130. PYNE, S., ANDREWS, P., LAVEN, R., 1996. *Introduction to Wildland Fire*. 2nd Edition, John Wiley and Sons, New York.
131. REGO, F. C., 1993a. Algumas considerações sobre a Silvicultura do Pinheiro bravo em relação com o Fogo. *Revista Florestal*, 6(1): 81-91.
132. REGO, F. C., 1993b. *O fogo controlado na prevenção dos incêndios florestais*. Simpósio sobre catástrofes naturais: Estudo, Prevenção e Protecção, LNEC, Lisboa.
133. RENKEN, R. B., 2005. *Does fire affect amphibians and reptiles in eastern US oak forests?* Proceedings of a Conference Fire in Eastern Oak Forests: Delivering Science to Land Managers. GTR-NRS-P-1, pp. 158-166.

134. RIDEOUT, D.B., OMI, P.N., 1995. Estimating the cost of fuels treatment. *Forest Science*, 41(4): 664-674.
135. RIGOLOT, E., ÉTIENNE, M., LAMBERT, B., 1998. Different fire regime effects on a *Cytisus purgans* community. In Trabaud, L. (Ed.), *Fire management and landscape ecology*, IAW, pp. 137-145.
136. RIGOLOT, E., LAMBERT, B., PONS, P., PRODON, R., 2002. Management of a mountain rangeland combining periodic burnings with grazing: impact on vegetation. In TRABAUD, L., PRODON, R. (Eds.), *Fire and biological processes*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, pp. 325-337.
137. RILEY, L. F., 1995. Criteria and indicators of sustainable forest management in Canada. *Water, Air and Soil Pollution* 82: 67-70.
138. ROBERTS, M. R., GILLIAM, F. S., 1995. Patterns and mechanisms of plant diversity in forested ecosystems: implications for forest management. *Ecological Applications* 5: 969-977.
139. RODRIGO, A., RETANA, J., PICO, F. X., 2004. Direct regeneration is not the only response of Mediterranean forests to large fires. *Ecology* 85: 716-729.
140. RODRÍGUEZ, R., MOSQUERA LOSADA, M. R., ROMERO FRANCO, R., GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, M. P., VALLARINO URTIAGA, J. J., 2008. Prevenção de incêndios mediante sistemas silvopastorales. In MOREIRA, M. B., COELHO, I. S. (Coord.), *A silvopastorícia na prevenção dos fogos rurais*. ISA Press, Lisboa, pp. 77-98.
141. ROMERO-CALCERRADA, R., PERRY, G. L. W., 2004. The role of land abandonment in landscape dynamics in the SPA "Encinares del rio Alberche y Corio" central Spain, 1984-1999. *Landscape and Urban Planning* 66: 217-232.
142. ROWLAND, E. L., WHITE, A. S., WILLIAM, H. L., 2005. *A literature review of the effects of intensive forestry on forest structure and plant community composition at the stand and landscape levels*. Miscellaneous Publication 754, Maine Agricultural and Forest Experiment Station, the University of Maine.
143. Ruivo, L. M., 2000. *Contribuição para o estudo da dinâmica de combustíveis na Reserva Natural da Serra da Malcata*. Relat. final de estágio da Lic. em Eng^a Florestal, UTAD. Vila Real.
144. RUSSELL, K. R., VAN LEAR, D. H., GYNN, D. C., 1999. Prescribed fire effects on herpetofauna: review and management implications. *Wildlife Society Bulletin* 27: 374-384.
145. RUSSELL, K. R., WIGLEY, T. B., BAUGHMAN, W. M., HANLIN, H. G., FORD, W. M., 2004. Responses of southeastern amphibians and reptiles to forest management: a review. In RAUSCHER, H. M., JOHNSEN, K. (Eds.), *Southern forest science: past, present, and future*. USDA Forest Service, General Technical Report SRS-75. Asheville, pp. 319-334.

146. SALAVESSA, J., ALMEIDA, C., 2001. *Perspectivas de certificação do queijo de cabra – Um factor de desenvolvimento da Região do Pinhal Sul*. 1º Congresso de Estudos Rurais – Território, Agricultura e Desenvolvimento, UTAD, Vila Real.
147. SAN-MIGUEL, A. A., 2001. El pastoreo en la ordenación de los montes españoles del siglo XXI. III Congreso Forestal Español, Granada.
148. SANTOS, F., 1999. *Controlo de matos em áreas florestais*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real. Não publicado. Vila Real.
149. SANTOS, F., 2001. *Técnicas de controlo de matos com meios mecânicos motorizados*. Associação Florestal do Vale do Douro Norte. Murça.
150. SCARASCIA-MUGNOZZA, G., OSWALD, H., PIUSSI, P., RADOGLU, K., 2000. Forests of the Mediterranean region: gaps in knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management* 132: 97-109.
151. SCHUMANN, M. E., WHITE, A. S., WITHAM, J. W., 2003. The effects of harvest-created gaps on plant species diversity, composition, and abundance in a Maine oak-pine forest. *Forest Ecology and Management* 176: 543-561.
152. SIEMANN, E., HAARSTAD, J., TILMAN, D., 1997. Short-term and long-term effects of burning on oak Savanna arthropods. *American Midland Naturalist* 137: 349-361.
153. SILVA, J. S., LOPES, J. R., 2002. A prevenção de incêndios florestais através da intervenção no subcoberto. In SILVA, J. S., PÁSCOA, F. (Coord.), *Manual de silvicultura para a prevenção de incêndios*, X, 8 p.
154. SMITH, J. K., 2000. *Wildland fire in ecosystems: effects of fire on fauna*. General Technical Report RMRS-GTR-42-volume 1, USDA Forest Service.
155. STEPHENS, S. L., 1998. Evaluation of the effects of silvicultural and fuels treatments on potential fire behaviour in Sierra Nevada mixed conifer forests. *Forest Ecology and Management* 105: 21-35.
156. SWETNAM, T. W., BETANCOURT, J. L., 1998. Mesoscale disturbance and ecological response to decadal climatic variability in the American Southwest. *Journal of Climate* 11: 3128-3147.
157. TELLERÍA, J. L., SANTOS, T., DÍAZ, M., 1992. Effects of agricultural practices on bird populations in the Mediterranean region: the case of Spain. In HAGEMEIJER, E. J. M., VERSTRAEL, T. J. (Eds), *Bird numbers 1992. Distribution, monitoring and ecological aspects. Statistics Netherlands and SOVON*, Beek-Ubbergen, The Netherlands, pp. 57-74.
158. THOMAS, J. W., FRANKLIN, J. F., GORDON, J., JOHNSON, K. N., 2006. The northwest forest plan: Origins, components, implementation experience, and suggestions for change. *Conservation Biology* 20: 277-287.
159. TATUM, V. L. 2004. Toxicity, transport, and fate of forest herbicides. *Wildlife Society Bulletin* 32(4): 1042-1048.
160. TORRAS, O., SAURA, S., 2008. Effects of silvicultural treatments on forest biodiversity indicators in the Mediterranean. *Forest Ecology and Management* 255: 3322-3330.

161. TRAMMELL, T. L. E., RHOADES, C. C., BUKAVECKAS, P. A., 2004. Effects of prescribed fire on nutrient pools and losses from glades occurring within oakhickory forests of central Kentucky. *Restoration Ecology* 12: 597-604.
162. TURNER, M. G., 1989. Landscape Ecology: The effect of pattern and process. *Annual Review of Ecology and Systematics* 20: 171-197.
163. TURNER, M. G., BAKER, W. L., PETERSON, C. J. PEET, R. K., 1998. Factors influencing succession: Lessons from Large, Infrequent Natural Disturbances. *Ecosystems* 1: 511-523.
164. TURNER, M. G., DALE, V. H., 1991. Modeling landscape disturbance. In TURNER, M. G., GARDNER, R. H. (Eds.), *Quantitative methods in landscape ecology*. Springer, New York, pp. 323-351.
165. VALLEJO, R. (Ed.), 1996. *La restauración de la cubierta vegetal en la Comunidad Valenciana*. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), Valencia.
166. VALLEJO, V. R., ALLOZA, J. A., 1998. The restoration of burned lands: the case of eastern Spain. In: MORENO, J.M. (ed.) *Large forest fires*, Backhuys, Leiden, NL, pp. 91-108.
167. VAN LEAR, D. H., HARLOW, R. F., 2000. Fire in the eastern United States: influence on wildlife habitat. In FORD, W. M., RUSSELL, K. R., MOORMAN, C. E. (eds.), *The role of fire in nongame wildlife management and community restoration: traditional uses and new directions*. General Technical Report NE-288. Newtown Square, USDA Forest Service, Northeastern Research Station, pp. 2-10.
168. VANDERMAST, D. B., MOORMAN, C. E., RUSSELL, K. R., VAN LEAR, D. H., 2004. Initial vegetation response to prescribed fire in some oak-hickory forests of the South Carolina Piedmont. *Natural Areas Journal* 24: 216-222.
169. VOGIATZAKIS, I. N., MANNION, A. M., GRIFFITHS, G. H., 2006. Mediterranean ecosystems: problems and tools for conservation. *Progress in Physical Geography* 30(2): 175-200.
170. WADE, D., LUNSFORD, J. D., 1989. *A guide for prescribed fire in Southern forests*. USDA For. Serv. Tech. Pub. R8-TP 11, Southern Region. Atlanta, Georgia.
171. WALDROP, T. A., WHITE, D. L., JONES, S. M., 1992. Fire regimes for pine-grassland communities in the southeastern United States. *Forest Ecology and Management* 47: 195-210.
172. WANG, J., GREENE, W. D., STOKES, B. J., 1998. Stand, harvest, and equipment interactions in simulated harvesting prescriptions. *Forest Products Society* 48: 81-85.
173. WANG, Z., NYLAND, R. D., 1993. Tree species richness increased by clearcutting of northern hardwoods in central New York. *Forest Ecology and Management* 57: 71-84.
174. WEATHERSPOON, C.P., SKINNER, C.N., 1996. Landscape-level strategies for forest fuel management. In *Sierra Nevada Ecosystem Project: Final Report to Congress, Vol. II, Assessments and Scientific Basis for Management Options*. Centers for Water and Wildland Resources, University of California, Davis, pp. 1471-1492.

175. WHITE, P.S., 1979. Pattern, process and natural disturbance in vegetation. *The Botanical Review* 45: 229-299.
176. YOUNG, J., WATT, A., NOWICKI, P., ALARD, D., CLITHEROW, J., HENLE, K., JOHNSON, R., LACZKO, E., MCCRACKEN, D., MATOUCH, S., NIEMELA, J., RICHARDS, C., 2005. Towards sustainable land use: identifying and managing the conflicts between human activities and biodiversity conservation in Europe. *Biodiversity and Conservation* 14: 1641-1661.
177. ZEDLER, P. H., GAUTIER, C. R., MCMASTER, G. S., 1983. Vegetation change in response to extreme events: the effect of a short interval between fires in California chaparral and coastal scrub. *Ecology* 64: 809-818.
178. ZIMMER, K., PARMENTER, R. R., 1998. Harvester ants and fire in a desert grassland: ecological responses of *Pogonomyrmex rugosus* (Hymenoptera: Formicidae) to experimental wildfires in central New Mexico. *Environmental Entomology* 27: 282-287.