

Perspetivas de Gestão Pós-Fogo: Revisão da Literatura e Análise dos Discursos dos Agentes em Portugal

Cristina Ribeiro*, **Sandra Valente****, **Luuk Fleskens*****,
Jan Jacob Keizer**** e **Celeste Coelho*******

Sumário: O aumento da frequência, intensidade e recorrência dos fogos rurais nos países do Sul da Europa, e em particular em Portugal, tem evidenciado a necessidade de definir uma estrutura de gestão florestal pós-fogo, que atue no risco de degradação dos ecossistemas a nível local, na prevenção de potenciais danos nos valores em risco a jusante, na promoção da regeneração florestal e na diminuição da frequência e severidade de incêndios futuros. Este artigo pretende discutir a(s) abordagem(s) à gestão florestal pós-fogo, através de uma revisão da literatura científica usando como termos de pesquisa '*post-fire management*' e '*forest*', e da análise dos discursos de agentes responsáveis pela operacionalização de projetos de gestão pós-fogo, financiados no âmbito do Programa de Desenvolvimento Rural em Portugal. Os resultados revelaram que a gestão florestal pós-fogo é um tema recente, de natureza complexa e dinâmica, que tem estado mais focado na componente ecológica. No entanto, existe um reconhecimento progressivo da importância de integrar novos aspetos, tais como a análise de custo-benefício e o envolvimento dos agentes.

*Bolsista de Investigação, **Investigadora Júnior, ****Investigador Principal, *****Professora Catedrática - CESAM - Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 AVEIRO.

E-mail: cristinaribeiro@ua.pt; sandra.valente@ua.pt; jjkeizer@ua.pt; coelho@ua.pt

***Professor Associado - Department of Environmental Sciences, Soil Physics and Land Management Group, Wageningen University & Research, PO Box 47, 6700AA Wageningen.

E-mail: luuk.fleskens@wur.nl

Palavras-chave: Gestão florestal pós-fogo; incêndios rurais; revisão da literatura; discurso dos agentes

Perspectives on Post-Wildfire Forest Management: a Literature Review and Stakeholder Discourse Analysis in Portugal

Abstract: The increase in the frequency, intensity and recurrence of rural wildfires in southern European countries, and in particular in Portugal, has highlighted the need to define a structure to post-wildfire forest management. This approach needs to act on the risk of ecosystem degradation at the local level, in preventing potential damage to the downstream values-at-risk, in promoting forest regeneration and in decreasing the frequency and severity of future wildfires. This article intends to discuss the approaches to post-wildfire forest management, through a literature review, using as search terms 'post-fire management' and 'forest', and an analysis of the stakeholders' discourses responsible for the operationalization of post-wildfire management projects, funded in the scope of the Portuguese Rural Development Program. The results revealed that post-wildfire forest management is a recent topic, of a complex and dynamic nature, which has been more focused on the ecological component. Notwithstanding, there is a growing recognition of the importance of new aspects, such as cost-benefit analysis and a greater involvement of agents.

Key words: Post-wildfire forest management; wildfires; literature review; stakeholder discourses

Perspectives de Gestion Après l'Incendie: Revue de la Littérature et Analyse des Discours des Agents au Portugal

Résumé: L'augmentation de la fréquence, de l'intensité et de la récurrence des incendies ruraux dans les pays du sud de l'Europe, et en particulier au Portugal, a mis en évidence la nécessité de définir une structure de gestion des forêts post-incendie. Cette approche doit agir sur le risque de dégradation des écosystèmes au niveau local, en prévenant les dommages potentiels aux valeurs à risque en aval, en favorisant la régénération des forêts et en diminuant la fréquence et la gravité des futurs incendies. Cet article vise à discuter des approches de la gestion des forêts après incendie, à travers une revue de la littérature scientifique, en utilisant comme termes de recherche 'post-fire management' et 'forest', et l'analyse des discours des agents chargés de l'opérationnalisation des projets de gestion post-incendie, financés dans le cadre du plan de développement rural portugais. Les résultats ont révélé que la gestion des forêts après les incendies est un sujet récent, de nature complexe et dynamique, davantage axé sur la composante écologique. Cependant, on reconnaît de plus en plus l'importance de nouveaux aspects, tels que l'analyse coûts-avantages et une plus grande implication des agents.

Mots-clés: Gestion de forêts après l'incendie; incendies; revue de littérature; discours des agents

Introdução

Os fogos rurais são um dos principais riscos que afetam a região do Mediterrâneo (FERREIRA *et al.*, 2015), ligados a fatores como o despovoamento e o abandono rural, as mudanças no uso do solo (e.g. programas de reflorestação), as alterações climáticas, entre outros, sendo responsáveis por graves impactos ambientais, económicos e socioculturais (MORITZ *et al.*, 2014; XAVIER, FREITAS e FRAGOSO, 2015).

Em Portugal, o aumento da frequência e intensidade dos fogos rurais durante as últimas décadas, especialmente no Norte e Centro do país, tem sido atribuído às rápidas transformações no mundo rural e às mudanças de uso e de gestão do território, desencadeadas pelo abandono progressivo das terras agrícolas e da sua (re)conversão em matos ou em plantações florestais, em particular com espécies de crescimento rápido (BATISTA e SANTOS, 2005; MADRP, 2007; CARREIRAS *et al.*, 2014). Este fenómeno tem impactos diretos na vida, segurança e saúde de pessoas, no rendimento económico das atividades ligadas à floresta, e nas propriedades dos ecossistemas (semi)naturais e dos organismos, nomeadamente ao nível da erosão do solo, contaminação das águas superficiais e disseminação de espécies invasoras (e.g. CAMPOS *et al.*, 2012; KEIZER *et al.*, 2018; GARCÍA-DURO *et al.*, 2019).

A problemática dos fogos rurais, nomeadamente o aumento da sua intensidade, frequência e recorrência, tem evidenciado a necessidade de definir uma estrutura de gestão florestal pós-fogo que: i) atue na mitigação dos impactos, quer na área ardida, quer nas comunidades e ecossistemas aquáticos a jusante; e ii) integre estratégias de planeamento e gestão florestal para os desafios futuros que as florestas enfrentam.

Nos países do Sul da Europa, algumas atividades de gestão pós-fogo surgiram na sequência de grandes incêndios florestais, a partir dos anos 70, sendo vistas como uma componente da gestão florestal, incluindo objetivos de curto e longo prazo (VALLEJO e ALLOZA, 2012). Os objetivos de curto prazo contemplavam operações florestais típicas, como o corte e a extração de madeira queimada e a construção de barragens de correção torrencial para regulação de inundações, enquanto os objetivos de longo prazo previam medidas de reflorestação (VALLEJO e ALLOZA, 2012). Nas últimas duas décadas, esta visão evoluiu no sentido da integração de objetivos mais abrangentes para as áreas ardidas, relacionados com a conservação da biodiversidade, o sequestro de carbono, a promoção de valores paisagísticos, entre outros (VALLEJO *et al.*, 2006; MOREIRA *et al.*, 2012; VALLEJO e ALLOZA,

2012). Em Portugal, foram os incêndios dramáticos dos verões de 2003 e 2005, queimando em cada ano mais de 300000ha, que colocaram a gestão pós-fogo e, em particular, a estabilização de emergência, na agenda política. Após a adesão de Portugal à CEE existiram alguns financiamentos para a rearborização da floresta afetada por incêndios e para a prevenção de riscos provocados por incêndios. No entanto, foram os financiamentos no âmbito do Programa de Desenvolvimento Rural a partir de 2007 que intensificaram a realização de intervenções de estabilização de emergência e do restabelecimento do potencial silvícola a maior escala.

Na última década têm sido publicados trabalhos que identificam as diferentes fases da gestão pós-fogo (e.g. MOREIRA *et al.*, 2012; VEGA *et al.*, 2013; ALLOZA *et al.*, 2014). Nestas abordagens é consensual a divisão entre as ações de estabilização de emergência, as intervenções de reabilitação e o restauro florestal a médio e longo prazo. Na fase de reabilitação (VEGA *et al.*, 2013) ou de ajuda à regeneração (ALLOZA *et al.*, 2014), estão enquadradas as ações de recuperação natural do ecossistema, enquanto na fase do restauro (VEGA *et al.*, 2013; ALLOZA *et al.*, 2014) é pretendida a recuperação da integridade do ecossistema (i.e. das suas características relevantes em termos de composição, estrutura, funcionamento, autorregeneração e sustentabilidade) ou o seu redirecionamento para formações maduras autossustentáveis. Ainda neste contexto, MOREIRA *et al.* (2012) e ALLOZA *et al.* (2014) destacam a importância de incluir uma fase de avaliação prévia dos impactos dos fogos e a identificação de objetivos de gestão pós-fogo ao longo de todo o processo.

De um modo geral, as recomendações de gestão pós-fogo centram-se em minimizar o risco de degradação dos ecossistemas a nível local, em prevenir potenciais danos nos valores em risco a jusante, em promover a regeneração florestal e em diminuir a frequência e severidade de incêndios futuros (VALLEJO e ALLOZA, 2012; CHEN *et al.*, 2013). No entanto, os objetivos da gestão pós-fogo podem variar muito consoante a área ardida, os contextos ecológicos e socioeconómicos locais (e.g. espécies florestais, funções da floresta, idade dos povoamentos, direito de propriedade), os impactos ambientais provocados pelo fogo e a capacidade em prever como é que os ecossistemas recuperam desses impactos sem uma gestão ativa. Neste sentido, a área de abrangência da gestão pós-fogo pode variar da resposta imediata à pequena escala, centrada na mitigação dos impactos ambientais dos fogos, à definição de estratégias e políticas de médio e longo prazo, orientadas para o restauro florestal e para melhorar o ordenamento e a gestão florestal.

É essencial que os processos de tomada de decisão relativos à gestão pós-fogo integrem, para além da componente ecológica, fatores económicos, socioculturais e políticos (MAVSAR *et al.*, 2012; CHEN *et al.*, 2013). Estes processos incluem diferentes interesses (por vezes contraditórios ou opostos), tornando-se imperioso compreender as visões, objetivos e práticas de gestão pós-fogo dos diferentes agentes envolvidos no processo. Apesar do reconhecimento na literatura científica da importância do envolvimento dos diferentes agentes nas decisões associadas à gestão do território, tendo em conta as suas práticas e contextos socioculturais locais (e.g. CARREIRAS *et al.*, 2014; FLESKENS e STRINGER, 2014; MARTA-COSTA *et al.*, 2014; XAVIER, FREITAS e FRAGOSO, 2015; VALENTE *et al.*, 2015), existem poucos estudos sobre as dinâmicas sociais no pós-fogo, como reconhecem MAVSAR *et al.* (2012) e MCCFFREY *et al.* (2015). O mesmo acontece na dimensão económica, onde os trabalhos de análise custo-benefício ou de custo-efetividade para intervenções de gestão florestal pós-fogo são escassos, apesar de ser reconhecido o interesse desta questão pelos elevados custos inerentes ao restauro ecológico (FERREIRA *et al.*, 2015; VALLEJO e ALLOZA, 2015).

Este artigo pretende discutir a(s) abordagem(s) à gestão florestal pós-fogo, nomeadamente a evolução dos seus objetivos e componentes, através da: i) análise da literatura científica publicada nas bases de dados da *Scopus e na Web of Science* (WOS); e ii) análise das visões dos agentes responsáveis pela operacionalização dessa gestão em Portugal. Por um lado, a revisão da literatura permitiu identificar as temáticas mais investigadas nas publicações científicas; por outro lado, pretendeu-se compreender qual o entendimento sobre a gestão florestal pós-fogo dos agentes responsáveis pela definição e operacionalização das medidas de gestão pós-fogo em Portugal, e como é que estas visões se articulam com a literatura.

Metodologia

Revisão da literatura

Com o objetivo de analisar os trabalhos de investigação publicados a nível internacional sobre gestão florestal pós-fogo, foram selecionados e analisados documentos incluídos nas bases de dados científicas *on-line Scopus e WOS*. A seleção dos documentos incluiu as expressões '*post-fire management*' ou '*post fire management*' ou '*postfire management*' ou '*post-wildfire management*' ou '*post wildfire*

management' ou '*postwildfire management*' em todo o artigo. A escolha de expressões ligadas à gestão pós-fogo, em alternativa ao restauro ecológico ou reabilitação, esteve relacionada com a intenção de reunir estudos mais abrangentes e multidisciplinares, incluindo trabalhos na componente ecológica, mas também relacionados com aspetos económicos, sociais, políticos e de governação da gestão pós-fogo. Foram recolhidos todos os documentos publicados até 9 de abril de 2018. O primeiro resultado da pesquisa incluiu alguns artigos sobre incêndios urbanos, tendo sido realizada uma nova pesquisa, integrando a expressão '*forest*' como termo de pesquisa adicional.

A pesquisa final resultou num total de 143 publicações, após a exclusão de dois artigos¹ com base numa análise preliminar do resumo, confirmando se a publicação abordava a gestão florestal pós-fogo. O conteúdo das publicações foi analisado qualitativamente para identificar as principais características, bem como as componentes da gestão florestal pós-fogo abordadas. Para este efeito foi construída uma grelha de análise com as seguintes categorias: i) caracterização do documento (referência; título; revista; ano de publicação; número de citações; tipo de documento; nome do primeiro e segundo autor e respetivas instituições de filiação); ii) caracterização do estudo (objetivo; tipologia de artigo; área geográfica do estudo; caso(s) de estudo; métodos de investigação); iii) abordagem à gestão florestal pós-fogo (definição/ interpretação de gestão pós-fogo; aspetos/componentes incluídos).

Entrevistas

Após a análise da evolução da literatura científica, pretendeu-se analisar as visões de agentes responsáveis pela operacionalização da gestão florestal pós-fogo em Portugal. A recolha de dados empíricos baseou-se na realização de 28 entrevistas semiestruturadas dirigidas a agentes nacionais, regionais e locais, estes últimos referentes a casos de estudo que estiveram diretamente envolvidos em projetos de gestão florestal pós-fogo em Portugal. O enquadramento para a seleção dos agentes foi a implementação do Programa de Desenvolvimento Rural (PDR), financiado pelo Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural (FEADER) de 2007 a 2013, designado de PRODER. Este instrumento de financiamento incluiu várias ações orientadas para a gestão

¹Um documento não abordava a gestão pós-fogo, e outro estava publicado em russo.

florestal e uma específica para a recuperação de áreas ardidas (Sub-acção 2.3.2.1. – Recuperação do Potencial Produtivo).

Os entrevistados incluíram representantes de quatro entidades a nível nacional, nomeadamente: i) o Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF); ii) o Ponto Focal da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD); iii) a entidade gestora do financiamento do PDR em Portugal; e iv) uma organização não-governamental ambiental. A nível regional foram entrevistados representantes do ICNF das regiões Norte, Centro, Lisboa e Vale do Tejo e Algarve² (N=4), responsáveis pela componente da Defesa da Floresta Contra Incêndios (DFCI).

A nível local, foram seleccionados sete casos de estudo dos 247 projetos aprovados no âmbito da Sub-acção 2.3.2.1. - Recuperação do Potencial Produtivo, financiada pelo PRODER no período de 2007 a 2013. A seleção dos casos de estudo incluiu os quatro tipos de intervenção contemplados no financiamento, nomeadamente: i) estabilização de emergência; ii) reabilitação de habitats florestais; iii) reflorestação; e iv) reabilitação de povoamentos. Uma vez que 56% dos projetos financiados corresponderam a projetos de estabilização de emergência, foram seleccionados quatro casos de estudo para este tipo de intervenção. Outros critérios utilizados na seleção foram: i) a distribuição regional dos projetos; ii) os diferentes tipos de promotores (e.g. administração local, organizações de produtor florestais, entre outros); e iii) os diferentes períodos em que foram publicados avisos para apresentação de pedidos de apoio³. Em cada caso de estudo foram entrevistados os promotores do projeto (N=7), os executores das intervenções (N=8), e os representantes do município onde estão localizados os casos de estudo (N=7). No total foram realizadas 20 entrevistas a agentes locais, existindo agentes que desempenhavam mais do que um papel relativamente ao caso de estudo.

As entrevistas foram realizadas presencialmente entre abril e outubro de 2017, com base num guião de entrevista semiestruturado. No contexto deste artigo, foram analisadas: i) uma questão aberta sobre a interpretação do entrevistado relativamente à gestão florestal pós-fogo, nomeadamente as componentes que integra e o tipo de intervenções; e ii) um exercício de seleção de imagens associadas à gestão florestal pós-fogo. As respostas à questão aberta

²O representante regional do ICNF Alentejo não foi entrevistado, uma vez que o caso de estudo localizado na NUT II Alentejo pertence à área administrativa do ICNF de Lisboa e Vale do Tejo.

³Avisos para a sub-acção 2.3.2.1. do PRODER: N.º 1/Acção 232/2008; N.º 2/Ação 232/2009; N.º 3/Ação 232/2009; N.º 4/Ação 232/2010; N.º 5/Ação 232/2011; N.º 7/Ação 232/2012; N.º 8/Ação 232/2013; N.º 9/Ação 232/2013

foram gravadas e transcritas, e com base no conteúdo das respostas foram identificados os aspetos mais referidos sobre a gestão florestal pós-fogo. No exercício de seleção de imagens (adaptado de BACHMANN *et al.*, 2007), os entrevistados puderam escolher imagens ilustrativas de intervenções de gestão florestal pós-fogo, a partir de um conjunto de 14 imagens selecionadas pelo investigador responsável pelo estudo. O conjunto de imagens ilustrava atividades de planeamento, ações de diagnóstico dos impactos do incêndio, medidas de estabilização de emergência, corte e extração de madeira queimada, ações de restauro florestal, e atividades de monitorização das intervenções.

Resultados

Revisão da literatura sobre gestão florestal pós-fogo

As 143 publicações incluídas na revisão da literatura são, na sua maioria, artigos de investigação (*Research paper*; N=121), seguidos de publicações em conferências (*Conference paper*; N=18), artigos de revisão (*Review paper*; N=2) e capítulos de livro (*Book Chapter*; N=2). Os artigos científicos foram publicados numa grande diversidade de revistas (N=63), não tendo sido observadas tendências ou revistas dominantes na publicação destes artigos. Em geral, os artigos foram publicados em revistas cujos tópicos centrais correspondem às florestas e à ecologia.

As publicações mais antigas sobre gestão florestal pós-fogo, disponíveis nas bases de dados *on-line*, surgiram no início dos anos 90 do século XX, estando o primeiro autor das escassas publicações da década de 90 associado a instituições de ensino e de I&D europeias ou asiáticas (Figura 1). A partir de 2006, o número de artigos publicado por ano aumentou consideravelmente, estando os primeiros autores associados sobretudo a instituições de ensino e I&D localizadas na Europa ou na América do Norte. A maior parte dos artigos incluem casos de estudo localizados num único país, que geralmente coincidem com o país da instituição do primeiro autor (N=123). Neste sentido, as instituições de filiação dos primeiros autores localizam-se em países frequentemente afetados por incêndios e onde a gestão florestal pós-fogo é um tema importante, como são exemplo os países do Sul da Europa, os EUA e o Canadá.

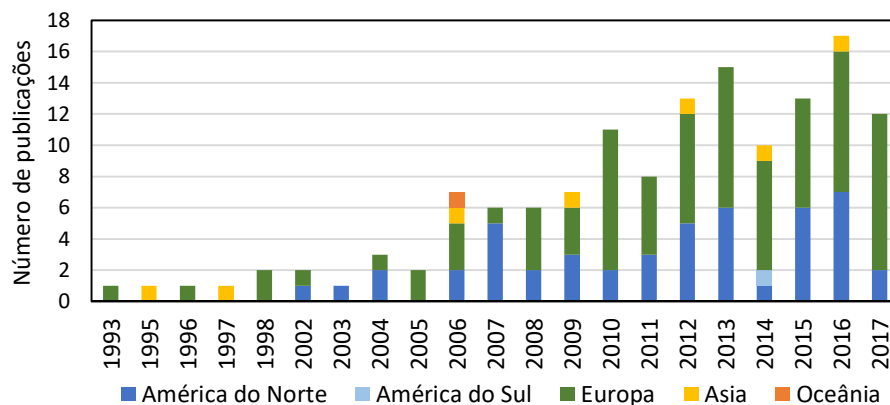


Figura 1 - Evolução do número de publicações por ano e localização da instituição de filiação do primeiro autor

As 143 publicações analisadas são de primeira autoria de 122 investigadores diferentes, o que demonstra que a gestão florestal pós-fogo, apesar de ser um tema recente, tem captado a atenção de diversos investigadores, o que se poderá refletir num aumento da investigação nesta área nos próximos anos. As 143 publicações em conjunto obtiveram mais de 2500 citações, mas apenas três artigos ultrapassam as 100 citações.

Com base numa análise preliminar dos documentos seleccionados, foram identificados os seguintes métodos de investigação: i) revisão da literatura; ii) trabalho experimental de campo ou em laboratório; iii) utilização de *softwares* (Sistemas de Informação Geográfica) e/ou aplicação de ferramentas de modelação; iv) análise custo-benefício; v) métodos de participação pública e questionários/ entrevistas; e vi) avaliação do impacto das políticas e instrumentos de planeamento. Grande parte dos estudos incluiu trabalho experimental de campo ou de laboratório (N=111), para recolha e análise de dados (e.g. dados de erosão, dados de regeneração da vegetação, dados da qualidade da água, entre outros) e, com menor representatividade, surgiram estudos alicerçados na utilização de *softwares* ou de ferramentas de modelação (N=39). Os documentos com a inclusão de outros métodos de investigação, em particular os situados na área das ciências sociais, foram residuais.

A maioria das publicações situa-se na área das ciências naturais, nomeadamente estudos relacionados com a vegetação (e.g. regeneração natural, abundância de espécies, corte e extração de madeira; N=89), com os solos (e.g.

risco de erosão, propriedades físicas do solo; N=29), ou com a fauna (e.g. impactos nas espécies, adaptação das espécies; N=23). Já os recursos hídricos foram abordados em poucos documentos (N=7), apesar da sua relevância no contexto da gestão florestal pós-fogo, nomeadamente na prevenção ou mitigação da contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos na área afetada e a jusante.

Apesar de grande parte dos documentos analisados não conter uma discussão sobre o que é a gestão florestal pós-fogo, cerca de 50% dos estudos centram-se na avaliação e monitorização de intervenções ou medidas de gestão florestal pós-fogo (e.g. medidas de estabilização de emergência, medidas de restauro, operações de corte e extração da madeira queimada). Cerca de 30% dos documentos dedicam-se às questões associadas ao diagnóstico e avaliação da área ardida e à identificação dos seus padrões de recuperação, nomeadamente a partir da utilização de modelos de mortalidade de espécies, de modelos de erosão, do uso de deteção remota para levantamento da área ardida, entre outros.

A revisão da literatura evidenciou a existência de nove estudos coordenados por investigadores de instituições de I&D portuguesas (SILVA e CATRY, 2006; MOREIRA *et al.*, 2013; SANTOS *et al.*, 2014; ÁGUAS *et al.*, 2014; MAIA *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2015; VIEIRA *et al.*, 2016; MALVAR, PRATS e KEIZER, 2016; BOTEQUIM *et al.*, 2017), centrados na componente ecológica da gestão florestal pós-fogo, nomeadamente ao nível da vegetação (N=6), ao nível do solo (N=2), e ao nível da fauna (N=1).

Em apenas sete dos estudos analisados foram encontradas interpretações diretas dos autores sobre a gestão florestal pós-fogo (Tabela 1), sendo notória uma evolução da identificação da gestão pós-fogo como uma abordagem reativa focada na recuperação da área afetada (DUNHAM *et al.*, 2003), para uma visão mais abrangente, onde se inclui por exemplo o controlo da erosão do solo (SILVA e CATRY, 2006; BEGHIN *et al.*, 2010). Estudos mais recentes, como BARBATI *et al.* (2010), HAYES e ROBESON (2011), VALLEJO e ALLOZA (2012) e CHEN *et al.* (2013), descrevem a gestão florestal pós-fogo como um processo holístico que deve integrar a recuperação do ecossistema a curto, médio e longo prazo, considerando a redução de riscos imediatos e futuros, tanto dentro como fora da área ardida.

Tabela 1 – Exemplos de excertos das publicações sobre a gestão pós-fogo

Ano publicação	Excertos	Autor
2003	" Post-fire management is also potentially important, but suffers from being a reactive approach that may not address threats in time to avert them." (P.183) "Manage to speed recovery following a disturbance event (ex. post-fire rehabilitation)" (P. 191)	DUNHAM <i>et al.</i>
2006	"In terms of post-fire management , we can distinguish two types of concerns: the rehabilitation of burned stands and the control of soil erosion." (P. 249)	SILVA e CATRY
2010	"Current post-fire management activities commonly involve salvage logging operations, sometimes followed by plantation. Erosion stabilization measures are also adopted when necessary." (P. 1366)	BEGHIN <i>et al.</i>
2010	" Post-fire management of burned areas has been given much lesser attention than combating or preventing fires. However, important questions raise public concern and call for sound scientific knowledge to undertake appropriate post-fire actions: ex., how to evaluate fire damages in economic terms? How to manage burned areas? Is it possible to establish, in the long-term, less flammable and more fire resilient forests and landscapes?" (P. 5)	BARBATI <i>et al.</i>
2011	"As a result, restoration plans and post-fire management practices must consider the spatial and temporal variability of fire severity in both mixed-severity and crown fire events because fire-severity patterns strongly influence post-fire ecological conditions." (P. 1392)	HAYES e ROBESON
2012	" Post-fire management is a particular case within forest management that was traditionally meant as forest restoration. We will attempt to frame post-fire management within the Mediterranean basin in the general forest management context by considering both old and new approaches." (P. 252)	VALLEJO e ALLOZA
2013	" Post-fire management goals include promoting return of the landscape to a prior state, reducing the risk of damage by flooding or erosion, and altering subsequent fire frequency and/or severity. Management encompasses small-scale immediate responses (ex., decision to seed immediately after a specific fire), medium-scale planning for smaller jurisdictions (ex., collaborative watershed planning), agency decisions regarding longer term strategies (ex., stewardship contracting), and long-term planning processes and policy (ex., federal budget documents specifying priorities)." (P. 1416)	CHEN <i>et al.</i>

Visão de agentes nacionais sobre gestão florestal pós-fogo

Das 28 entrevistas realizadas a agentes responsáveis pela operacionalização da gestão florestal pós-fogo, apenas 26 responderam à questão aberta sobre qual a sua interpretação sobre o que é a gestão florestal pós-fogo. As respostas dadas foram analisadas na sua forma e conteúdo, tendo-se observado respostas muito diversificadas quanto: i) à forma de expressão, variando o número de palavras utilizadas pelos entrevistados entre 92 e 1020 palavras; e ii) à diversidade de tópicos abordados.

Foi observado que os 26 entrevistados identificaram medidas específicas de gestão florestal pós-fogo, nomeadamente intervenções de estabilização de emergência (N=21), ações de recuperação, reabilitação e restabelecimento da capacidade produtiva (N=20), e/ou operações florestais típicas (N=5), embora estas últimas menos referidas. Esta identificação seria expectável, uma vez que a maioria dos agentes entrevistados estão envolvidos ou na definição de regras e procedimentos para a gestão florestal pós-fogo ou no desenvolvimento de projetos de intervenção. Contudo estes resultados também sugerem que a maioria dos agentes identifica a gestão florestal pós-fogo como um processo que inclui intervenções de curto prazo, como a estabilização de emergência, que devem ser implementadas imediatamente após o incêndio, mas também medidas de médio e longo prazo, como a reflorestação ou reabilitação de habitats. Os seguintes trechos dos discursos das entrevistas exemplificam essa situação:

"... reabilitar determinada área que foi ardida pelo incêndio que passa pelas medidas de estabilização de emergência, mas depois por recuperar a área, quer do ponto de vista produtivo, porque houve muitas áreas (...) que ainda tiveram regeneração natural." (agente local 8)

"... minimizar os riscos de perda, seja ele de solo, ou seja ele, de diversidade biológica, (...) E em segundo lugar reabilitar ou reestruturar (...) readaptar em termos florestais a espécie florestal que lá esteja, por exemplo." (agente local 18)

Cerca de um terço dos entrevistados (N=11) referiu que a gestão florestal pós-fogo está associada à avaliação e mitigação de impactos e danos dos incêndios, e o mesmo número de entrevistados referiu o incêndio como uma oportunidade para redefinir a gestão da área ardida. Esta visão mais positiva, ligada à possibilidade de redefinição do ordenamento e gestão florestal e de organização fundiária, poderá significar que estes entrevistados têm uma perspetiva de médio e longo prazo sobre a gestão florestal pós-fogo, centrada

na prevenção e mitigação da ocorrência de incêndios futuros. Essa visão é bem ilustrada nos seguintes trechos das entrevistas:

"... eles [incêndios] são oportunidades de recuperar não só a paisagem, mas é uma oportunidade sobretudo para, julgo eu, (...), que é de tentar emendar problemas fundiários. (...) Acho que devia haver aqui um processo de organização fundiária, que permitisse também mitigar futuros problemas desta ordem." (agente regional 3)

"...para mim, a gestão pós-fogo vai desde o emparcelamento, vai desde juntar propriedades, (...) vai desde a propriedade se tornar produtiva, vai desde a reparação de caminhos, (...) é toda uma cadeia aproveitando aquela oportunidade de perda, até colocar as coisas de um modo diferente. (...) gestão pós-fogo, está muito vocacionada para a perda de nutrientes... Para mim a gestão, é uma gestão da propriedade, até ao final da cadeia claramente..." (agente local 7)

"... eu acho que deveria começar por, se vamos plantar, começar a plantar espécies adequadas, se vamos ver o terreno em que estado fica, retirar tudo, começar da estaca zero, mas com pés..." (agente local 16)

No exercício de seleção de imagens, foram selecionadas em média nove imagens por entrevistado, variando entre três e 14 (Tabela 2). Não é possível identificar quais as fases da gestão pós-fogo (operações de curto, médio ou longo prazo) que os agentes mais valorizam a partir deste exercício, sendo os resultados apenas indicativos dos aspetos mais e menos valorizados pelos agentes.

Como referido na metodologia, o conjunto de imagens fornecido ilustrava atividades de planeamento, ações de diagnóstico dos impactos do incêndio, medidas de estabilização de emergência, corte e extração de madeira queimada, ações de restauro florestal, e atividades de monitorização das intervenções, sendo que 12 das 14 imagens foram selecionadas por mais de 60% dos entrevistados. As duas imagens menos associadas à gestão florestal pós-fogo corresponderam a uma imagem de mobilização do solo com uma retroescavadora (Tabela 2 - imagem 9) e um povoamento de pinheiro desbastado (Tabela 2 - imagem 4). No caso da imagem da mobilização de solo, uma explicação possível para esta situação é o fato da imagem apresentar uma prática que é considerada inadequada pela maioria dos entrevistados. No caso da imagem do povoamento de pinheiro, uma possível explicação é que o desbaste representa uma operação silvícola realizada nos povoamentos de pinheiro em geral, e não apenas em povoamentos que regeneram após fogo.

Tabela 2 – Identificação das imagens do "exercício da galeria de imagens" e frequência da seleção pelos agentes

Identificação da imagem	Frequência da seleção
Imagem 1 - Faixas de regeneração natural de pinheiro	17
Imagem 2 - Medição das características do solo para avaliar a severidade do fogo	17
Imagem 3 - Oficinas de trabalho com agentes	23
Imagem 4 - Limpeza de pinhal, aproximadamente cinco anos após incêndio	9
Imagem 5 - Corte e extração de madeira ardida	17
Imagem 6 - Plantação de árvores	17
Imagem 7 - Monitorização de intervenções para avaliar a sua eficácia, neste caso para reduzir a erosão	20
Imagem 8 - Barreiras com arbustos	22
Imagem 9 - Mobilização de solo pós-fogo com retroescavadora	11
Imagem 10 - Aplicação de resíduos florestais de eucalipto (<i>Mulching</i>)	19
Imagem 11 - Preparação de terreno para plantação	19
Imagem 12 - Reuniões de trabalho	22
Imagem 13 - Delimitação da área de intervenção após-incêndio por técnicos	17
Imagem 14 - Realização de mapas com base em avaliação remota e utilizando Sistemas de Informação Geográfica	17

Discussão

Evolução da investigação na gestão florestal pós-fogo

A revisão da literatura evidenciou que as primeiras publicações nas bases de dados científicas *on-line* sobre a gestão florestal pós-fogo remontam aos anos 90 do século XX, no entanto existem referências a trabalhos de gestão pós-fogo muito anteriores, como por exemplo nos EUA com a realização de sementeiras com gramíneas e herbáceas a partir da década de 30 do século XX ou os relatórios de estabilização de emergência que surgiram nos finais dos anos 60 (ROBICHAUD, BEYERS e NEARY, 2000). Nos países do Mediterrâneo, VALLEJO e ALLOZA (2012) identificam os primeiros trabalhos de gestão pós-fogo na sequência dos grandes incêndios na década de 70 nesta região, estando relacionados com o corte e extração da madeira ardida, a construção de barragens de correção torrencial, e a plantação de pinheiros para proteção das bacias hidrográficas.

Apesar da gestão florestal pós-fogo ser um tema relativamente recente na literatura científica, é evidente o seu crescimento como tema de investigação nas últimas duas décadas. Este crescimento tem sido notório pelo aumento do número de publicações e citações, e pelo número de autores e instituições de filiação envolvidos nos estudos, principalmente oriundos de países onde a frequência e intensidade dos incêndios rurais tem crescido nos últimos anos. No entanto, os resultados destacaram o foco das publicações na componente ecológica e a escassez de estudos na área das ciências sociais, nomeadamente ao nível do envolvimento dos agentes e da dimensão socioeconómica da gestão florestal pós-fogo (BARBATI *et al.*, 2010; OLSEN e SHINDLER, 2010; LEVARKUS e CASTRO, 2017). Grande parte dos estudos (mais de 75%) incluídos na análise incidem sobre resultados de trabalho experimental relacionados com as respostas pós-fogo dos ecossistemas naturais, com maior evidência da vegetação, do solo e da fauna.

Em Portugal, a investigação na área da gestão florestal pós-fogo é ainda limitada, sendo que os trabalhos identificados incidem na componente ecológica. No entanto, a opção pela utilização do termo de pesquisa 'gestão florestal pós-fogo', em alternativa ao restauro ecológico ou reabilitação, poderá ter excluído trabalhos de investigação importantes nesta área. A problemática dos fogos rurais em Portugal e a existência de várias equipas de investigação em instituições de ensino e de I&D portuguesas centradas nestas questões (e.g. Instituto Superior de Agronomia, Escola Superior Agrária de Coimbra, Universidade de Aveiro, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, entre outras) e que colaboram com instituições de outros países, indicam um potencial aumento da investigação futura na área da gestão florestal pós-fogo em Portugal.

Âmbito e dinamismo da gestão florestal pós-fogo

A revisão da literatura científica evidenciou a gestão florestal pós-fogo como um processo complexo e dinâmico, que integra diferentes componentes em várias escalas temporais e espaciais. Alguns dos artigos selecionados apresentam uma definição de gestão florestal pós-fogo, salientando uma perspetiva dinâmica e contínua (BARBATI *et al.*, 2010; HAYES e ROBESON, 2010; VALLEJO e ALLOZA, 2012; CHEN *et al.*, 2013). Este dinamismo está relacionado com: i) os objetivos subjacentes à gestão florestal pós-fogo, que podem ser muito diversificados (e.g. do controlo da erosão do solo ao ordenamento

florestal); ii) as escalas espaciais envolvidas (e.g. da reflorestação da área ardida à proteção das aldeias a jusante); iii) as escalas temporais (e.g. de medidas implementadas imediatamente após a extinção do incêndio ao acompanhamento da regeneração natural de um povoamento florestal ardido); iv) os intervenientes no processo (e.g. dos proprietário da área ardida às empresas de abastecimento de água para consumo doméstico).

Esta visão da gestão florestal pós-fogo como um processo dinâmico e contínuo também foi evidente no discurso dos agentes entrevistados em Portugal, tendo sido valorizadas as medidas de estabilização de emergência a curto prazo e a recuperação da área ardida a médio e longo prazo. Apesar da experiência reduzida dos agentes na operacionalização da gestão florestal pós-fogo em Portugal, nos últimos anos têm sido produzidos relatórios técnicos e específicos para a estabilização de emergência para áreas ardidadas acima dos 750ha, bem como financiadas intervenções para a estabilização de emergência e restabelecimento do potencial silvícola. A disponibilidade de financiamento, no âmbito do PDR, desencadeou a implementação de intervenções de gestão florestal pós-fogo.

A associação da gestão pós-fogo com o restauro ecológico tem sido enfatizada em algumas publicações (e.g. BESCHTA *et al.*, 2004; BORMANN *et al.*, 2008; MOREIRA *et al.*, 2012; VALLEJO e ALLOZA, 2012; VEGA *et al.*, 2013; VALLEJO e ALLOZA, 2015). A tendência de valorização da vertente ecológica, centrada na vegetação e, em segundo lugar, no solo e na fauna, tem sido menor ao nível dos impactos na água e nos ecossistemas aquáticos, que surgiram num número de estudos muito limitado. Na última década, tem surgido alguns trabalhos que destacam a importância da integração dos pilares ecológico, económico e social na gestão florestal pós-fogo (MAVSAR *et al.*, 2012; ROBICHAUD e ASHMUN, 2013). De facto, as questões socioeconómicas, nomeadamente a relação custo-efetividade, as políticas e ordenamento do território, as estratégias de envolvimento dos agentes na gestão integrada da floresta e da paisagem, entre outros aspetos, tem surgido nas discussões sobre a gestão florestal pós-fogo por diversos autores em publicações mais recentes (e.g. BARBATI *et al.*, 2010; HAYES e ROBESON, 2011; VALLEJO e ALLOZA, 2012; CHEN *et al.*, 2013).

A relação custo-benefício ou custo-efetividade da gestão florestal pós-fogo e, consequentemente, a necessidade de avaliar a eficácia e os efeitos de diferentes alternativas de gestão, tem sido um tema cada vez mais relevante (MAVSAR *et al.*, 2012), salientando a importância do diagnóstico e avaliação do que fazer e onde fazer, antes de intervir. Esta questão é ainda mais crucial pelo facto do

restauro florestal requerer intervenções de custos elevados e cuja viabilidade depende da quantificação dos serviços do ecossistema indiretos e não comercializáveis fornecidos pela floresta (VALLEJO e ALLOZA, 2012). Por sua vez, esta análise requer informação e conhecimento sobre os impactos do fogo e a efetividade de técnicas específicas, que são dependentes do contexto ambiental e socioeconómico. O conhecimento limitado nesta vertente tem destacado a importância da monitorização das intervenções de gestão florestal pós-fogo (LEVERKUS *et al.*, 2012; LEVERKUS e CASTRO, 2017). Este aspeto não foi identificado pelos agentes entrevistados, uma vez que não existem esquemas de monitorização das medidas financiadas pelo PDR em Portugal (RIBEIRO *et al.*, 2018). Efetivamente a não inclusão de atividades de monitorização que permitam aferir a eficácia do investimento público é uma limitação do processo de financiamento em Portugal.

O envolvimento dos agentes

A integração das perceções sociais na gestão florestal pós-fogo e a promoção da aprendizagem e colaboração entre os agentes são hoje referenciadas como ferramentas essenciais, que permitem a integração de modelos de gestão inovadores com as práticas tradicionais e os contextos socioculturais locais (CARREIRAS *et al.*, 2014; FLESKENS e STRINGER, 2014; DE VENTE *et al.*, 2016). FERNÁNDEZ *et al.* (2016) defende que o êxito da reabilitação após incêndio assenta numa boa relação entre os investigadores e os gestores florestais. Esta situação estará relacionada, por exemplo com a implementação de técnicas e intervenções sobre as quais já se conhece a efetividade, aumentando a possibilidade de atingir os objetivos da gestão pós-fogo.

Os agentes entrevistados evidenciaram, no exercício de seleção das imagens, a importância do envolvimento dos agentes no processo de gestão pós-fogo, que atualmente ainda é muito limitado em Portugal, especialmente no que concerne à formulação de políticas e à tomada de decisão (VALENTE *et al.*, 2015). Este envolvimento pode permitir o desenvolvimento de uma visão estratégica e de objetivos comuns, identificação de ações que sejam aceites por todos e vincular os agentes ao processo de gestão florestal pós-fogo (MARTACOSTA *et al.*, 2014; CARREIRAS *et al.*, 2014; VALENTE *et al.*, 2015). Apesar da limitada experiência nesta área, existem lacunas e limitações no esquema de financiamento identificadas pelos entrevistados que deveriam ser incluídas nas futuras decisões estruturais no âmbito da gestão florestal pós-fogo, como por

exemplo a efetividade reduzida das medidas pela implementação tardia, ou a não inclusão de verbas para a monitorização dos projetos, entre outros aspetos (RIBEIRO *et al.*, 2018).

A gestão florestal e a gestão florestal pós-fogo

Os impactos diretos e indiretos do fogo na vegetação, na fauna e nos solos podem ser muito variáveis, dependendo da intensidade do fogo, dando origem a respostas dos ecossistemas espacialmente diferenciadas. No entanto, a literatura científica, incluída neste artigo, tem estado mais direcionada para a vegetação e, em segundo lugar, o solo e a fauna. Este aspeto poderá ser explicado pela dificuldade e os custos associados aos estudos à escala da bacia, apesar da sua relevância no contexto da gestão florestal pós-fogo. Esta valorização foi também observada nos discursos dos agentes entrevistados, onde as medidas de gestão pós-fogo identificadas estão centradas na vegetação e no solo.

A visão de maior escala surgiu no discurso dos agentes, onde o incêndio foi identificado como uma possibilidade para a recuperação da área ardida, em termos do ordenamento e gestão florestal, podendo a gestão florestal pós-fogo constituir uma oportunidade de recuperação e reabilitação para a prevenção de futuros fogos rurais e até para a resolução de problemas estruturais da organização do território e da gestão florestal. Este aspeto salienta uma das questões abordadas na literatura relacionada com a importância de definir objetivos específicos de gestão pós-fogo (VALLEJO e ALLOZA, 2012; CHEN *et al.*, 2013), antes da decisão de intervenção. Esta escala de maior dimensão temporal e espacial é evidenciada em algumas publicações, como por exemplo no trabalho de OLSEN e SHINDLER (2010), focado na compreensão das relações entre cidadãos e as agências federais na tomada de decisão após grandes incêndios, ou o trabalho de BORMANN e STANKEY (2009) sobre gestão adaptativa no âmbito da gestão florestal pós-fogo.

Conclusão

Portugal tem sido palco de incêndios frequentes e catastróficos (com maior evidência nos anos 2003, 2005 e 2017), desencadeando extensas áreas ardidas e com severos impactos humanos, ambientais e socioeconómicos. Neste contexto,

a gestão florestal pós-fogo tem adquirido grande relevância no contexto nacional, à semelhança do que já vem acontecendo em outros países em regiões do mundo afetadas por incêndios florestais.

Os resultados da revisão da literatura e da análise dos discursos dos agentes enfatizaram que a gestão florestal pós-fogo é complexa e de natureza dinâmica, devido às diferentes escalas espaciais e temporais que contempla, à integração dos aspetos ecológicos, económicos e socioculturais, bem como a diversidade de agentes envolvidos. Estes resultados também indicam que a gestão pós-fogo pode não contemplar uma definição *per si*, mas deve ser enquadrada dentro de um modelo conceptual de gestão pós-fogo que considera a componente ecológica integrada com uma análise de custo-benefício, o envolvimento de agentes e uma monitorização da efetividade das técnicas e intervenções.

O processo de gestão pós-fogo possui um contexto ecológico e socioeconómico específico e requer uma avaliação dos danos e impactos decorrentes do fogo, uma definição de objetivos específicos para a gestão, uma delimitação da escala de intervenção espacial e temporal e definição de técnicas de intervenção específica, com base na sua efetividade e custo. Neste processo é importante que sejam delineados mecanismos de monitorização das intervenções específicas e do processo de gestão florestal pós-fogo, e contemplados momentos cruciais de participação dos agentes (e.g. definição dos objetivos da gestão pós-fogo). O envolvimento dos agentes não deve apenas apoiar os processos de recolha de informação e tomada de decisão, procurando integrar os seus conhecimentos e perceber as suas motivações para a intervenção em áreas ardidas, mas também possibilitar a definição de objetivos e metas realistas para a gestão florestal pós-fogo.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pelo FCT/MCTES e o Fundo Social Europeu (FSE) - Programa Operacional Capital Humano (POCH), através bolsa de Doutoramento SFRH/BD/108619/2015, atribuída à primeira autora. As despesas de deslocação e estadia para realização das entrevistas, foram suportadas pelo CESAM (UID/AMB/50017/2019), FCT/MCTES, através de fundos nacionais, e co-financiamento concedido pelo FEDER, no âmbito do Acordo de Parceria PT2020 e Compete 2020. Finalmente agradecemos ao Projeto RECARE (Grant Agreement N.º 603498), financiado pelo Sétimo Programa-

Quadro da União Europeia e a todos os agentes que colaboraram nesta investigação.

Bibliografia

- ALLOZA, J.A., GARCIA, S., GIMENO, T., BAEZA, J., VALLEJO, V.R., ROJO, L., MARTÍNEZ, A., 2014. *Guía Técnica para la Gestión de Montes Quemados. Protocolos de actuación para la restauración de zonas quemadas con riesgo de desertificación*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- ÁGUAS, A., FERREIRA, A., MAIA, P., FERNANDES, P.M., ROXO, L., KEIZER, J., SILVA, J.S., REGO, F.C., MOREIRA, F., 2014. Natural establishment of *Eucalyptus globulus* Labill. in burnt stands in Portugal. *Forest Ecology and Management* **323**: 47-56. Doi: <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.03.012>
- BACHMANN, F., SCHWILCH, G., GABATHULER, E., LINIGER, H., 2007. *Guidelines for WB3 - Defining Potential Prevention and Mitigation Strategies, EU Project DESIRE*. Switzerland: Centre for Development and Environment (CDE) University of Berne.
- BARBATI, A., ARIANOUTSOU, M., CORONA, P., DE LAS HERAS, J., FERNANDES, P., MOREIRA, F., PAPAGEORGIOU, K., VALLEJO, R., XANTHOPOULOS, G., 2010. Post-fire forest management in southern Europe: A COST action for gathering and disseminating scientific knowledge. *IForest* **3**: 5-7. Doi: <http://dx.doi.org/10.3832/ifor0523-003>
- BATISTA, F.O., SANTOS, R., 2005. *Os Proprietários Florestais*. Oeiras: Celta Editora, 94 pp.
- BESCHTA, R.L., RHODES, J.J., KAUFFMAN, J.B., GRESSWELL, R.E., MINSHALL, G.W., KARR, J.R., PERRY, D.A., HAUER, E.R., FRISSELL, C.A., 2004. Postfire Management on Forested Public Lands of the Western United States. *Conservation Biology* **4**(18): 957-967.
- BEGHIN, R., LINGUA, E., GARBARINO, M., LONATI, M., BOVIO, G., MOTTA, R., MARZANO, R., 2010. *Pinus sylvestris* forest regeneration under different post-fire restoration practices in the northwestern Italian Alps. *Ecological Engineering* **36**: 1365-1372. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2010.06.014>
- BORMANN, B.T., LAURENCE, J.A., SHIMAMOTO, K., THRAILKILL, J., LEHMKUHL, J., REEVES, G., FORSMAN, E., 2008. *A Regional Management-Study Template for Learning About Postwildfire Management*. USA: USDA Forest Service - General Technical Report PNW-GTR, (777), 27 pp.
- BORMANN, B.T., STANKEY, G.H., 2009. Crisis as a Positive Role in Implementing Adaptive Management After the Biscuit Fire, Pacific Northwest, U.S.A. In: C. Allan, G.H. Stankey, (Eds.), *Adaptive Environmental Management: A Practitioner's Guide*. Germany: Springer Science+Business Media B.V., pp. 143-170.
- BOTEQUIM, B., ARIAS-RODIL, M., GARCIA-GONZALO, J., SILVA, A., MARQUES, S., BORGES, J.G., OLIVEIRA, M.M., TOMÉ, M., 2017. Modeling Post-Fire Mortality in Pure and Mixed Forest Stands in Portugal—A Forest Planning-Oriented Model. *Sustainability* **9**(3): 390. Doi: <https://doi.org/10.3390/su9030390>

- CAMPOS, I., ABRANTES, N., VIDAL, T., BASTOS, A. C., GONÇALVES, F., KEIZER, J. J., 2012. Assessment of the toxicity of ash-loaded runoff from a recently burnt eucalypt plantation. *European Journal of Forest Research* **131**(6): 1889-1903. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10342-012-0640-7>
- CARREIRAS, M., FERREIRA, A.J.D., VALENTE, S., FLESKENS, L., GONZALES-PELAYO, Ó., RUBIO, J.L., STOOFF, C.R., COELHO, C.O.A., FERREIRA, A.S.S., RITSEMA, C.J., 2014. Comparative analysis of policies to deal with wildfire risk. *Land Degradation and Development* **25**: 92-103. Doi: <https://doi.org/10.1002/ldr.2271>
- CHEN, X., EMERY, N., GARCIA, E.S., HANAN E.J., HODGES, H.E., MARTIN, T., MEYERS, M.A., PEAVEY, L.E., PENG, H., SANTAMARIA, J.S., UYEDA, K.A., ANDERSON, S.E., TAGUE, C., 2013. Perspectives on disconnects between scientific information and management decisions on post-fire recovery in Western US. *Environmental Management* **52**(6): 1415-1426. Doi: <http://doi.org/10.1007/s00267-013-0165-y>
- DE VENTE, J., REED, M.S., STRINGER, L.C., VALENTE, S., NEWIG, J., 2016. How does the context and design of participatory decision making processes affect their outcomes? Evidence from sustainable land management in global drylands. *Ecology and Society* **21**(2): 24. Doi: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08053-210224>
- DUNHAM, J.B., YOUNG, M.K., GRESSWELL, R.E., RIEMAN, B.E., 2003. Effects of fire on fish populations: landscape perspectives on persistence of native fishes and nonnative fish invasions. *Forest Ecology and Management* **178**: 183-196. Doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(03\)00061-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00061-6)
- FERNÁNDEZ, C., VEGA., FONTÚRBEL, T., 2016. Acciões urxentes para a mitigación do risco de erosión tras o incendio forestal en Galicia. *Cerna* **76**: 22-24.
- FERREIRA, A.J.D., ALEGRE, S.P., COELHO, C.O.A., SHAKESBY, R.A., PÁSCOA, F.M., FERREIRA, C.S.S., RITSEMA, C., 2015. Strategies to prevent forest fires and techniques to reverse degradation processes in burned areas. *Catena* **128**: 224-237. Doi: <http://doi.org/10.1016/j.catena.2014.09.002>
- FLESKENS, L., STRINGER, L., 2014. Land Management and policy responses to mitigate desertification and land degradation. *Land Degradation and Development* **25**: 1-4. Doi: <https://doi.org/10.1002/ldr.2272>
- GARCÍA-DURO, J., CRUZ, O., CASAL, M., REYES, O., 2019. Fire as driver of the expansion of *Paraserianthes lophantha* (Willd.) I. C. Nielsen in SW Europe. *Biological Invasions* **21**: 1427-1438. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10530-018-01910-w>
- HAYES, J.J., ROBESON, S.M., 2010. Relationships between fire severity and post-fire landscape pattern following a large mixed-severity fire in the Valle Vidal, New Mexico, USA. *Forest Ecology and Management* **261**: 1392-1400. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2011.01.023>
- KEIZER J.J., SILVA F.C., VIEIRA D.C.S., GONZÁLEZ-PELAYO O., CAMPOS I., VIEIRA A.M.D., VALENTE S., PRATS, S.A., 2018. The effectiveness of two contrasting mulch application rates to reduce post-fire erosion in a Portuguese eucalypt plantation. *Catena* **169**: 21-30. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.05.029>

- LEVERKUS, A.B., PUERTA-PIÑERO, C., GUZMÁN-ÁLVAREZ, J.R., NAVARRO, J., CASTRO, J., 2012. Post-fire salvage logging increases restoration costs in a Mediterranean mountain ecosystem. *New Forests* **43**: 601-613. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11056-012-9327-7>
- LEVERKUS, A.B., CASTRO, J., 2017. An ecosystem services approach to the ecological effects of salvage logging: valuation of seed dispersal. *Ecological Applications* **27**: 1057-1063. Doi: <https://doi.org/10.1002/eap.1539>
- MADRP, 2007. *Plano Estratégico Nacional de Desenvolvimento Rural (2007-2013)*. Lisboa: Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, 96 pp.
- MAIA, P., KEIZER, J., VASQUES, A., ABRANTES, N., ROXO, L., FERNANDES, P., FERREIRA, A., MOREIRA, F., 2014. Post-fire plant diversity and abundance in pine and eucalypt stands in Portugal: Effects of biogeography, topography, forest type and post-fire management. *Forest Ecology and Management* **334**: 154-162. Doi: <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.08.030>
- MALVAR, M.C., PRATS, S.A., KEIZER, J.J., 2016. Runoff and inter-rill erosion affected by wildfire and pre-fire ploughing in eucalypt plantations of North central Portugal. *Land Degradation and Development* **27**(5): 1366-1378. Doi: <http://doi.org/10.1002/ldr.2365>
- MARTA-COSTA, A., TORRES-MANSO, F., PINTO, R., TIBÉRIO, L., CARNEIRO, I., 2014. Stakeholders' perception of forest management: a Portuguese mountain case study. *Forest Systems* **25**(1). Doi: <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2016251-08122>
- MAVSAR, R., VARELA, E., CORONA, P., BARBATI, A., MARSH, G., 2012. Economic, Legal and Social Aspects of Post-Fire Management. In F. Moreira, M. Arianoutsou, P. Corona and J. de las Heras (Eds.), *Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests*, Managing Forest Ecosystems, Vol. 24. Netherlands: Springer, pp. 45-78. Doi: https://doi.org/10.1007/978-94-007-2208-8_3
- MCCAFFREY, S., TOMAN, E., STIDHAM, M., SHINDLER, B., 2015. Social science findings in the United States. In D. Paton, P.T. Buerget, S. McCaffrey and F. Tedim (Eds.), *Wildfire Hazards, Risks and Disasters*. Netherlands: Elsevier, pp. 15-34. Doi: <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-410434-1.00002-6>
- MOREIRA, F., ARIANOUTSOU, M., VALLEJO, V.R., DE LAS HERAS, J., CORONA, P., XANTHOPOULOS, G., FERNANDES, P., PAPAGEORGIOU, K., 2012. Setting the scene for post-fire management. In F. Moreira, M. Arianoutsou, P. Corona and J. de las Heras (Eds.), *Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests*, Managing Forest Ecosystems, Vol. 24. Netherlands: Springer, pp. 1-19. <http://doi.org/10.1007/978-94-007-2208-8>
- MOREIRA, F., FERREIRA, A., ABRANTES, N., CATRY, F., FERNANDES, P., ROXO, L., KEIZER, J.J., SILVA, J., 2013. Occurrence of native and exotic invasive trees in burned pine and eucalypt plantations: Implications for post-fire forest conversion. *Ecological Engineering* **58**: 296-302. Doi: <http://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.07.014>

- MORITZ, M.A., BATLLORI, E., BRADSTOCK, R.A., GILL, A.M., HANDMER, J., HESSBURG, P.F., LEONARD, J., MCCAFFREY, S., ODION, D.C., SCHOENNAGEL, T. AND SYPHARD, A.D., 2014. Learning to coexist with wildfire. *Nature* **515**: 58-66. Doi: <https://doi.org/10.1038/nature13946>
- OLSEN, C.S., SHINDLER, B.A., 2010. Trust, acceptance, and citizen–agency interactions after large fires: influences on planning processes. *International Journal of Wildland Fire* **19**: 137-147. Doi: <http://doi.org/10.1071/WF08168>
- RIBEIRO, C., VALENTE, S., COELHO, C., FLESKENS, L., KEIZER, J., 2018. When public funding available for the recovery of burnt areas, what was done? Collecting experiences from local promoters and implementers. *FLAMMA* **9**: 12-17.
- ROBICHAUD, P.R., BEYERS, J.L., NEARY, D.G., 2000. *Evaluating the effectiveness of postfire rehabilitation treatments*. General Technical Report RMRS-GTR-63. Fort Collins: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 85 pp.
- ROBICHAUD, P.R., ASHMUN, L.E., 2013. Tools to aid post-wildfire assessment and erosion-mitigation treatment decisions. *International Journal of Wildland Fire* **22**: 95-105. Doi: <http://doi.org/10.1071/WF11162>
- SANTOS, X., MATEOS, E., BROS, V., BROTONS, L., DE MAS, E., HERRAIZ, J.A., HERRANDO, S., MIÑO, À., OLMO-VIDAL, J.M., QUESADA, J., RIBES, J., SABATÉ, S., SAURAS-YERA, T., SERRA, A., VALLEJO, V.R., VIÑOLAS, A., 2014. Is Response to Fire Influenced by Dietary Specialization and Mobility? A Comparative Study with Multiple Animal Assemblages. *PLoS ONE* **9**(2): e 88224. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088224>
- SILVA, J.S., CATRY, F., 2006. Forest fires in cork oak (*Quercus suber* L.) stands in Portugal. *International Journal of Environmental Studies* **63**: 235-257. Doi: <https://doi.org/10.1080/00207230600720829>
- SILVA, V., PEREIRA, J.L., CAMPOS, I., KEIZER, J.J., GONÇALVES, F., ABRANTES, N., 2015. Toxicity assessment of aqueous extracts of ash from forest fires. *Catena* **135**: 401-408. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.06.021>
- VALENTE, S., COELHO, C., RIBEIRO C., MARSH G., 2015. Sustainable Forest Management in Portugal: transition from global policies to local participatory strategies. *International Forestry Review* **17**(3): 368-383. Doi: <http://doi.org/10.1505/146554815815982620>
- VALLEJO, R., ARONSON, J., PAUSAS, J.G., CORTINA, J., 2006. Restoration of Mediterranean woodlands. In J.V. Andel, J. Aronson (Eds.), *Restoration ecology: The new frontier*. USA: Wiley, pp. 193-207.
- VALLEJO, V.R., ALLOZA, J.A., 2012. Post-Fire Management in the Mediterranean Basin. *Israel Journal of Ecology and Evolution* **58**: 251-264.
- VALLEJO, V.R., ALLOZA, J.A., 2015. Postfire Ecosystem Restoration. In D. Paton, P.T. Buergelt, S. McCaffrey, F. Tedim (Eds.), *Wildfire Hazards, Risks and Disasters*. Netherlands: Elsevier pp. 229-246. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-410434-1.00012-9>

- VEGA, J.A., FONTÚRBEL, T., FERNÁNDEZ, C., ARELLANO, A., DÍAZ-RAVIÑA, M., CARBALLAS, M.T., MARTÍN, A., GONZÁLEZ-PRIETO, A.M., BENITO, E., 2013. *Acciones urgentes Contra la Erosión en Áreas Florestales Quemadas - Guía para su planificación en Galicia*. Spain, 139 pp.
- VIEIRA, D.C.S., MALVAR, M.C., FERNÁNDEZ, C., SERPA, D., KEIZER, J.J., 2016. Annual runoff and erosion in a recently burn Mediterranean forest - The effects of plowing and time-since-fire. *Geomorphology* **270**: 172-183. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.06.042>
- XAVIER, A.M.S.X., FREITAS, M.B.C., FRAGOSO, R.M.S., 2015. Management of Mediterranean forests - A compromise programming approach considering different stakeholders and different objectives. *Forest Policy and Economics* **57**: 38-46. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2015.03.012>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.