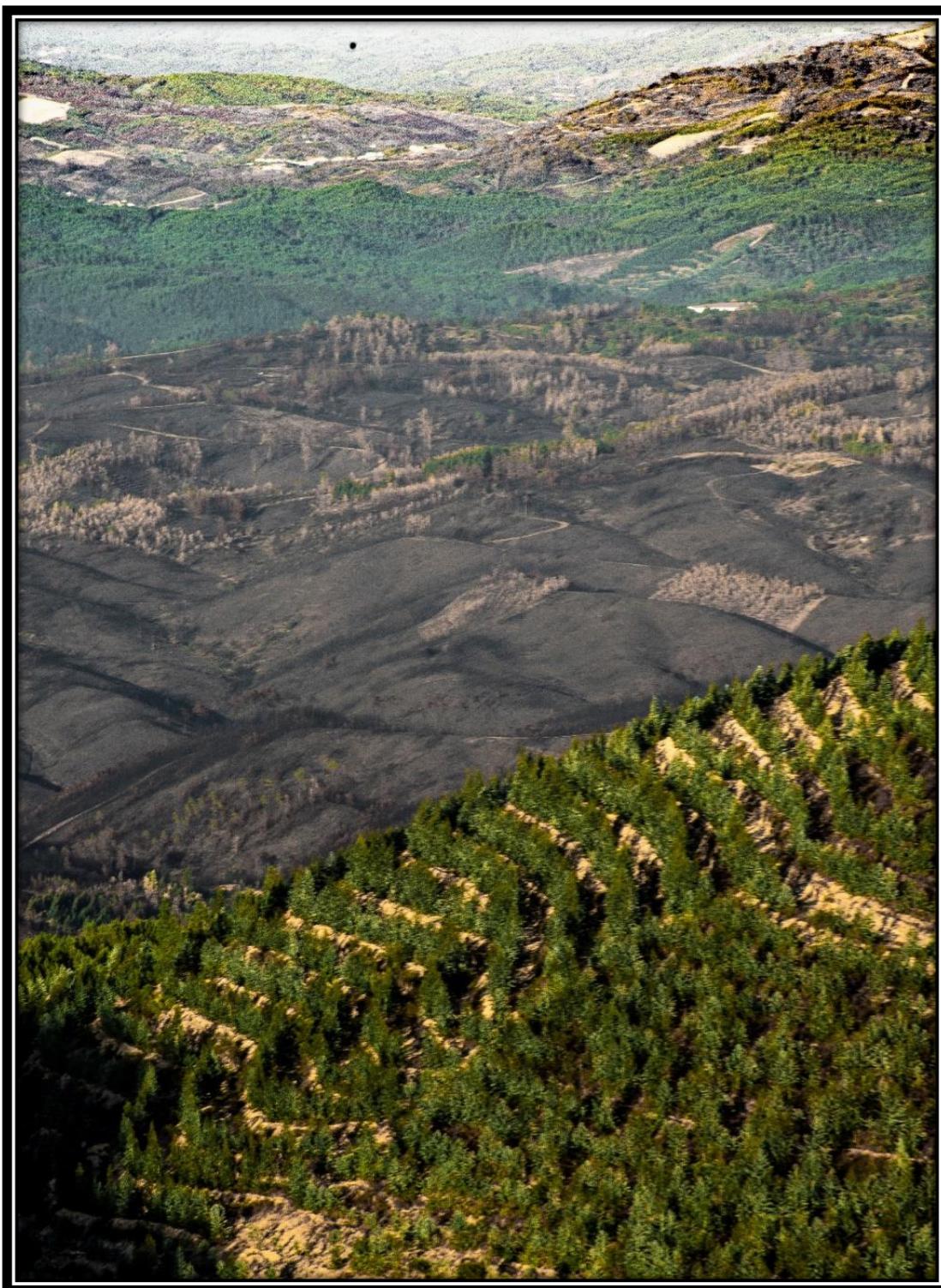


# ESTUDO TÉCNICO

## ESTABILIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA PÓS-FOGO



**Citação recomendada:**

Observatório Técnico Independente, Castro Rego F., Fernandes P., Sande Silva J., Azevedo J., Moura J.M., Oliveira E., Cortes R., Viegas D.X., Caldeira D., e Duarte Santos F. - Coords. (2019) ESTUDO TÉCNICO – Estabilização de Emergência Pós-Fogo Assembleia da República. Lisboa. 31 pp.

## ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO À ESTABILIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA .....	1
2.	EFEITOS DO FOGO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DO SOLO .....	2
3.	TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS DE ESTABILIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA .....	5
4.	EXTRAÇÃO E ORDENAMENTO FLORESTAL PÓS-FOGO .....	7
5.	TIPOLOGIA DE AÇÕES APOIADAS A NÍVEL DA ESTABILIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA PÓS-INCÊNDIO E PARA O RESTABELECIMENTO DA FLORESTA AFETADA ANÁLISE CRÍTICA (OPERAÇÃO 8.1.4).....	8
6.	RECOMENDAÇÕES/PROCESSO OPERATIVO E A IMPORTÂNCIA DOS PLANOS REGIONAIS DE ORDENAMENTO FLORESTAL .....	9
7.	CASOS DE ESTUDO .....	13
7.1.	PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DAS MATAS LITORAIS .....	13
7.2.	PLANO DE AÇÃO PÓS-FOGO DA PENINHA - CRESMINA (CASCAIS) .....	17
7.3.	INCÊNDIO DE MONCHIQUE .....	21
8.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	22
	REFERÊNCIAS.....	25

## 1. Introdução à estabilização de emergência

A estabilização de emergência representa a 1.<sup>a</sup> fase da recuperação de áreas ardidas, procurando, após a avaliação dos danos, o rápido controlo da erosão, tendo em conta as zonas de maior suscetibilidade à perda de solo e a proteção das linhas de água, bem como a defesa das infraestruturas e aglomerados urbanos de fenómenos hidrológicos extremos, como cheias, e, ainda, a proteção dos habitats mais sensíveis. Todavia, o que acontece depois do fogo, principalmente ao nível da conservação do solo, recebe pouca atenção por parte das entidades competentes e dos próprios proprietários. Em boa verdade, as questões relacionadas com o pós-fogo em Portugal estão essencialmente centradas na investigação das causas, sendo na prática pouco evidentes as intervenções no âmbito da estabilização de emergência e, de um modo geral, da restauração dos ecossistemas florestais. Apesar das preocupações de alguns proprietários e associações, é urgente disponibilizar normas de orientação com a indicação dos procedimentos adequados. Existem ainda muitos milhões de hectares de floresta não cadastrados, onde os proprietários não sabem o que ardeu nem se preocupam com o que possa acontecer posteriormente ao fogo. Acresce que os apoios para este tipo de intervenções tendem a ser escassos e são disponibilizados muito tempo depois da ocorrência dos fogos, quando os seus efeitos nefastos no ecossistema já se fizeram sentir. Este documento procura sensibilizar para a necessidade de intervir nas áreas afetadas por incêndios bem como fornecer informação técnica necessária às intervenções, de forma a colmatar uma lacuna evidente na recuperação de áreas ardidas: a inexistência de uma intervenção generalizada no pós fogo.

Num inquérito realizado em Portugal (Sousa, 2011), dirigido a Gabinetes Técnicos Florestais (GTFs) e Associações Florestais em Portugal (Sousa, 2011), obtiveram-se indicações no mesmo sentido. Concluiu-se assim que 71% dos inquiridos não efetuava qualquer ação de mitigação da erosão do solo e/ou do risco de cheia. Nas intervenções realizadas em encostas, constatou-se que as técnicas mais frequentemente aplicadas consistiram na criação de valas, escarificações e mobilização do solo (29%), realização de sementeiras (28%) e utilização de troncos como barreiras (26%). Não obstante, apesar das medidas de recuperação de solos e de mitigação hidrológica serem muito escassas em Portugal, existe nestas matérias um conhecimento técnico e científico considerável na Península Ibérica, resultante dum intenso e prolongado trabalho de investigação e experimentação.

Podemos considerar as ações de restauração florestal faseadas de acordo com as seguintes três categorias (Bento-Gonçalves et al., 2013):

- a) As medidas de intervenção aplicadas a curto prazo após os incêndios, que cabem na designação de **estabilização de emergência**, procuram controlar a erosão e assentam frequentemente no *mulching*, barreiras de troncos segundo as curvas de nível ou *check-dams* nas linhas de água (açudes de correção torrencial) e sementeiras, procurando a proteção do solo, aumento da infiltração e regulação hidrológica;

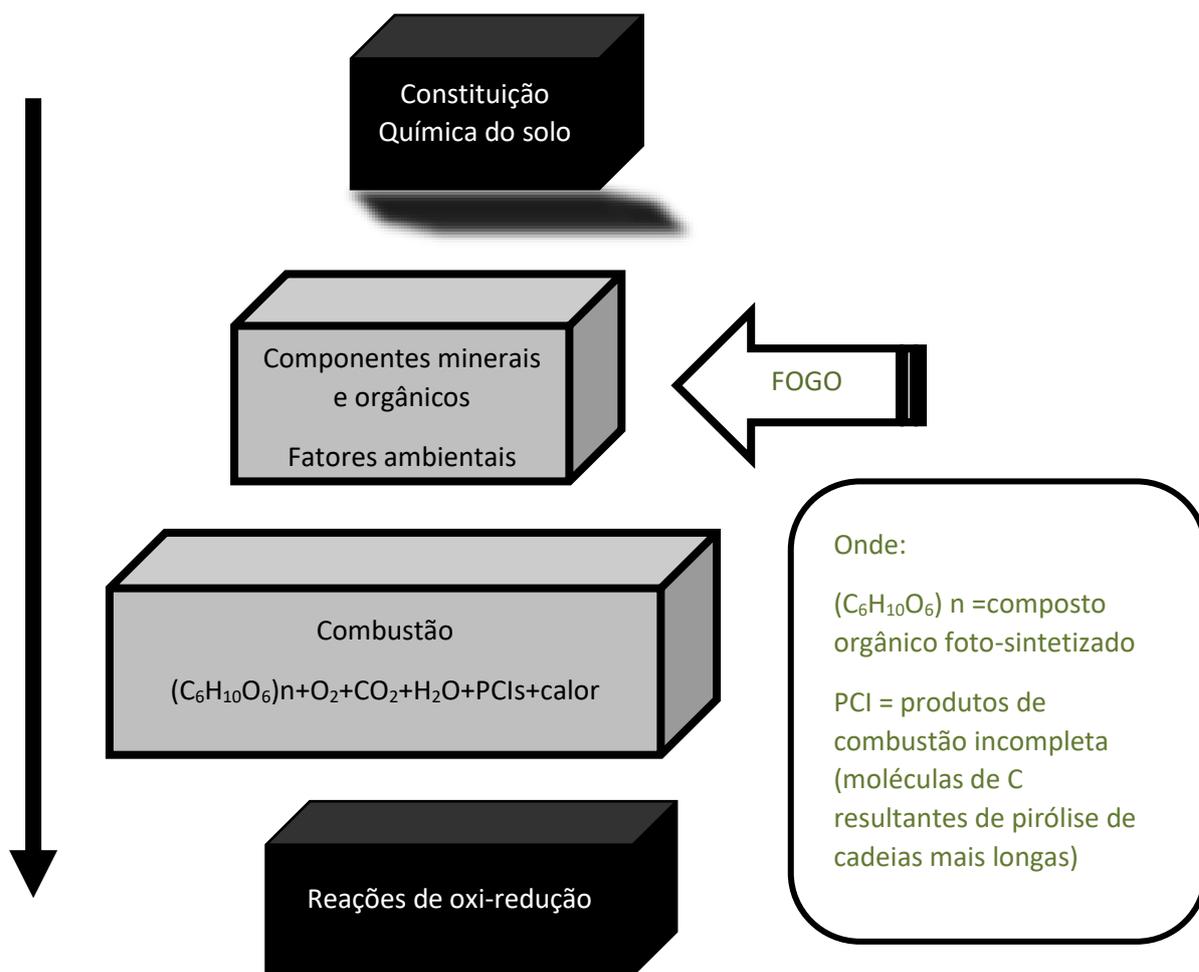
- b) Numa segunda categoria inserem-se as intervenções realizadas no período entre 1 um a três anos após o fogo, incluindo as ações mais comuns de reabilitação de ecossistemas e bacias hidrográficas florestadas;
- c) Seguem-se as estratégias de restauração de longo prazo viradas para a melhoria da qualidade do habitat, da produtividade e do aumento da resiliência a novas perturbações.

É precisamente à **estabilização de emergência**, pela sua importância estratégica na minimização dos impactos dos fogos e na manutenção da capacidade de resiliência dos ecossistemas, que pretendemos dar destaque neste Documento Técnico. Pretendemos incidir em ações e estudos publicados referentes ao contexto da Península Ibérica, embora, por vezes, alargados à Região Mediterrânica. Incluímos igualmente três casos de estudo resultantes de eventos recentes com um elevado significado ambiental e social.

## 2. Efeitos do fogo nas propriedades físicas e químicas do solo

A cor negra que apresenta o solo após o fogo deve-se à acumulação de cinzas e folhada parcialmente consumida. A espessura da camada de cinza depende da severidade do fogo e é proporcional à matéria orgânica consumida (Celis et al., 2013). Contudo, uma densa camada de cinzas oferece algum efeito inibidor de erosão (De Luis, et al., 2003). Todavia, muitas outras propriedades do solo podem ser afetadas, verificando-se frequentemente um aumento do pH e da condutividade elétrica (esta devido à mineralização da matéria orgânica), afetando a capacidade enzimática do solo (Barreiro et al., 2013; Pereira, 2018). Segundo estes autores, à superfície podem atingir-se temperaturas de 500-800 °C, até mesmo de 1.440 °C, mas como o solo é mau condutor a diminuição da temperatura em profundidade é muito acentuada a níveis inferiores aos 5 cm de profundidade.

Na Figura 1. encontra-se um diagrama ilustrativo dos fenómenos associados com a sequência em cascata da alteração dos componentes do solo como resultado dum fogo que ocasiona um elevado aumento da temperatura à superfície.



**Figura 1.** Efeito cascata na química do solo como consequência do fogo (adaptado de Úbeda & Outeiro, 2008).

Outra consequência do fogo resulta no aumento da hidrofobicidade (repelência à água) do solo, processo que se intensifica continuamente até aos 250 °C, com efeitos diretos na diminuição da infiltração da água, resultado da acumulação de cinzas, volatilização dos compostos orgânicos e posterior condensação nas partículas do solo. Não obstante, acima dos 350 °C pode haver uma reversão e destruição das substâncias hidrofóbicas. No entanto, o carbono e o azoto tendem a ser completamente volatilizados a temperaturas superiores a 550 °C (Pereira et al., 2018). Outros elementos como cálcio (Ca) e magnésio (Mg), necessitam de temperaturas mais altas para serem volatilizados, acabando por ser exportados através das cinzas. Acresce que o mencionado aumento do pH e da condutividade favorecem também a solubilidade de catiões como Ca, Mg, sódio (Na) e potássio (K). Saliente-se que, mesmo para temperaturas superiores a 80 °C, verifica-se já uma alteração profunda na flora microbiana do solo, com o seu desaparecimento completo acima dos 150 °C (Mataix-Solera et al., 2008).

Muito preocupante, e ainda pouco estudada, é também a contaminação proveniente de substâncias químicas que integram os retardantes aplicados no combate aos incêndios (como os produtos organofosforados), ou resultantes da alteração da matéria orgânica, gerando a produção de compostos aromáticos policíclicos (PAHs) quando a temperatura é muito elevada (Campo et al., 2017) ou de compostos de difenil-brómio (PBDEs), podendo exercer grande toxicidade e um efeito de bioacumulação.

A erosão hídrica é causada pelo efeito *splash* (mobilização das partículas de com solo com a energia cinética das gotas de água) e pelo escoamento superficial, variando de acordo com a intensidade e quantidade da precipitação, bem como do comprimento da encosta e rugosidade superficial, aspetos potenciados pela mencionada impermeabilização das camadas superficiais. As alterações hidrológicas que podem ocasionar cheias intensas e perdas de solo são muito variáveis de acordo com a natureza da combustão. Acresce que a estrutura, textura e porosidade do solo variam também com as condições térmicas verificadas à superfície durante o fogo. Por exemplo, os incêndios muito intensos podem levar à fusão das argilas e ao aumento proporcional do limo e areia.

As consequências da erosão são, portanto, difíceis de avaliar até porque, com altas temperaturas, pode ocorrer a recristalização de alguns minerais, essencialmente hidróxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al), o que sendo positivo, por aumentar a estabilidade do solo, traduz-se em baixos teores de matéria orgânica, afetando a regeneração da vegetação (Mataix-Solera et al., 2011). Por sua vez, com a ausência de vegetação em declives moderados a elevados existe uma elevada suscetibilidade para a formação de ravinas, aumentando a escorrência em detrimento da infiltração (Martins Pedrosa, 2013). Aliás, como mostram Baptista et al. (2013), após o incêndio a declividade passa a ser o fator condicionante da perda de solo, o que acontece especialmente em solos incipientes. Por sua vez, os impactes da erosão torrencial levam ao transporte de sedimentos para as linhas de água, com o concomitante assoreamento dos rios, diminuindo a sua capacidade de vazão, incrementando cheias rápidas e potenciando ainda a erosão fluvial (Fernandes, et al., 2013; Pacheco et al., 2015).

A maior parte dos estudos realizados em zonas de influência mediterrânica mostram que os 1.º e 2.º anos após o fogo são os períodos mais críticos no aumento do escoamento e perda de solo (Cerdá, 1998), bem como de azoto e fósforo (Hosseini et al., 2017), com efeitos cumulativos à medida que aumenta a recorrência do fogo, podendo conduzir à eutrofização das linhas de água. Se bem que haja uma resiliência de curto prazo ao fogo, este período de recuperação pode ser posto em causa em situações de seca, dado que esta atrasa a recuperação da cobertura vegetal (Mayor et al., 2007). Isto é, segundo estes autores as perdas de solo em sistemas mediterrânicos são substanciais, não somente quando ocorrem picos de precipitação poucos meses a seguir ao fogo, mas também quando estes surgem vários anos após, especialmente quando, em consequência de fenómenos de seca, a proteção conferida pela

vegetação é escassa.

### 3. Técnicas e procedimentos de estabilização de emergência

Após o fogo, a intervenção a realizar no solo deve localizar-se nas vertentes mais ou menos inclinadas e nos canais de escoamento, segundo Vallejo e Alloza (2018) que analisaram a aplicação destas medidas na Península Ibérica. Os procedimentos de correção torrencial após os fogos florestais, com muitas décadas de aplicação em Portugal, foram profusamente utilizados na região centro do país, complementados com a estabilização das encostas e das bacias de receção. Os açudes utilizavam frequentemente materiais de alvenaria argamassada, mas houve também recurso a gabiões, alvenaria de pedra solta, alvenaria mista, betão armado e, mais recentemente, laje (Fernandes et al., 2013). Devido aos elevados custos e, também, ao seu impacte visual, estas estruturas nos fluxos de escoamento têm vindo a ser substituídas por técnicas de Engenharia Natural (troncos, faxinas, empacotamentos, enrocamentos vegetados, etc.).

Nas encostas a resistência ao escoamento tem sido feita essencialmente com barreiras de troncos e faxinas. A monitorização realizada revela, uma nítida eficácia na retenção de matéria orgânica e sedimentos, no curto prazo, mas é escassa a informação para períodos mais dilatados (González-Romero et al., 2018). Trabalhos como os de Badía et al. (2015) verificaram que, mesmo para barreiras de troncos, a capacidade de retenção mantinha-se ativa nos primeiros quatro anos após instalação e, de modo mais significativo, a eficiência de retenção aumentava em zonas áridas. Esta capacidade de armazenamento pode ainda ser aumentada combinando bacias de retenção em simultâneo com açudes de tronco, designados vulgarmente como LDD: *log debris dam* (Fox, 2011).

Existe, na verdade, um largo universo de técnicas disponíveis para encostas. Coelho et al. (2010) identificaram mesmo um total de 27 técnicas distintas adaptadas ao pós-fogo, sendo as mais correntes o *mulch*, *hidromulch*, cordões de *mulch*, sementeira e hidrosementeira, barreiras (troncos, tubos de nylon revestidos de palha ou geomantas), mobilização do solo, como lavoura e escarificação, terraceamento, barreiras transversais em canais (fardos de palha, troncos, blocos/enrocamento, sacos de areia), além de múltiplos processos para proteção dos caminhos florestais.

Um óbice à aplicação de muitas destas técnicas reside nos seus elevados custos. Por isso, Bento-Gonçalves et al. (2013) testaram processos de baixo custo, como coberturas de palha e caruma, que apresentaram também bons resultados, embora a sua eficácia diminua após o 1.º ano com a decomposição dos materiais. A aplicação de *mulch* tira partido do material orgânico particulado existente, sendo, portanto, um processo de baixo custo, mas não tem passado na maioria das vezes de aplicações em projetos demonstrativos. A utilização de *mulch* de detritos florestais, particularmente de cascas de eucalipto trituradas, obteve resultados muito

interessantes em áreas ardidas da região centro, mas o *hidromulch*, que inclui fibras orgânicas projetadas e ainda sementes de leguminosas e gramíneas, obteve resultados superiores no controle da erosão (Prats et al, 2013), embora com custos superiores. A aplicação extensiva de misturas de sementes de gramíneas e leguminosas constitui, igualmente, um dos processos mais difundidos (Barreiro et al., 2013), procedimento que ultrapassou já, mesmo na Península Ibérica, a mera fase experimental.

Em Espanha, e com particular incidência na Galiza, especialmente após os fogos de 2006 em que em 12 dias terão ardido cerca de 75.000 ha (Carballas et al., 2009), efetuam-se regularmente atividades de estabilização de emergência, analisadas criticamente por Díaz-Raviña et al. (2012). Naquele país tem-se recorrido com frequência a hidrosementeiras extensivas, complementadas ou não por *hidromulch*, por vezes com recurso a meios aéreos, no caso da dispersão simultânea de sementes e de *mulch*/palha, prática que entre nós tem ainda uma expressão residual. Por exemplo, foram realizadas sementeiras de gramíneas e leguminosas em Mangualde em 2017 e em Monchique-Silves, em 2019. Todavia, estes trabalhos foram executados por via aérea, numa área reduzida e muitos meses após o incêndio. Experiências conduzidas por Vázquez et al. (2018) evidenciaram resultados muito mais interessantes, no caso pela aplicação extensiva de *mulching* comparativamente à mera sementeira, além duma melhoria a mais longo prazo nas propriedades do solo.

Têm também sido testadas poliacrilamidas (PAM), polímeros sintéticos de alto poder coesivo (na prática agentes flocculantes) que melhoram as propriedades físicas do solo, embora tenham sido realçados alguns efeitos contraditórios da sua aplicação em áreas ardidas. Em termos experimentais, mais recentemente, têm-se aplicado poliacrilamidas aniónicas granulares, com resultados prometedores na proteção do solo no pós-fogo (Inbar et al., 2015). Estes autores verificaram que inicialmente se produzia um aumento da viscosidade dos escoamentos superficiais e da solução do solo, ao mesmo tempo que se dava a estabilização dos agregados quando o PAM ficava adsorvido nas partículas de solo. Vários tipos de polímeros têm sido aplicados com sucesso, como os polissacáridos e as poliacrilamidas lineares, sendo realmente as PAM aniónicas, de alto peso molecular, as que demonstraram uma capacidade superior (Sojka et al., 2007). Um dos problemas na sua aplicação resulta da difícil dissolução do produto, precisamente devido à sua viscosidade elevada, pelo que é necessário o recurso a grandes quantidades de água. Assim, a aplicação na forma granular permite, de algum modo, ultrapassar este obstáculo, melhorando-se ainda a sua dispersão recorrendo a eletrólitos como gesso. Na prática, temos uma alteração das cargas electroestáticas devido à adsorção nas partículas de argila de cadeias dos polímeros resultantes dos PAM, devido aos seus grupos funcionais negativos, com os minerais de argila positivamente carregados. Tal adsorção permite, portanto, a formação de agregados de solo mais estáveis através de pontes entre as moléculas funcionais de PAM (de cargas negativas) e os catiões dos minerais de argila, especialmente  $Ca^{2+}$ .

Os custos pouco elevados destes produtos, especialmente na forma granular, tornam o seu uso no futuro promissor, embora o seu efeito não seja de modo algum imediato dado que só ao fim de algum tempo após a aplicação se deteta o aumento da coesão das partículas do solo.

#### 4. Extração e ordenamento florestal pós-fogo

Um aspeto que não tem sido suficientemente debatido, pelo que chamamos a devida atenção para o mesmo, reside na extração do material lenhoso após o fogo, nomeadamente a sua extração completa e subsequente toragem no local, com a concomitante queima ou estilhaçamento dos resíduos vegetais. Salienta-se que, de acordo com o inquérito já mencionado de Sousa (2011), num número expressivo dos casos (78%), as árvores são cortadas na sua totalidade depois de um incêndio. Nestes casos, segundo as respostas (50%), tal acontece entre os três e os seis meses após o fogo, através de corte raso seguido de extração e transporte. Na maioria dos casos (60%) os agentes florestais indicaram que foram tomadas precauções para preservar a regeneração natural pós-fogo, mantendo-se as árvores jovens.

Mas até que ponto a extração dos restos vegetais não representa realmente uma perturbação adicional, reduzindo a biodiversidade e a capacidade de recuperação? Beschta et al. (2004) referem que os restos vegetais ajudam na recuperação da vegetação e na retenção do solo, servem de armadilha para a deposição de sementes e potenciam associações mutualistas planta-animal. Acresce que, tal como Leverkus et al. (2014) e Marañón-Jiménez (2013) evidenciaram, a extração homogeneiza a vegetação, mas também a avifauna e mamofauna, tendo os mesmos autores concluído que, mesmo em zonas mediterrânicas, a madeira queimada é um componente útil do ecossistema, favorecendo a regeneração natural de curto e médio prazo. As razões prendem-se com o facto destes resíduos atenuarem a indisponibilidade de nutrientes e o incremento do stress hídrico, aumentando a viabilidade das sementes presentes.

Na verdade, numerosos estudos evidenciam que a presença de resíduos queimados incrementa a regeneração, quer pelo microclima criado (ex. redução da radiação solar e da perda de humidade), quer pelo fornecimento de nutrientes resultantes da decomposição da matéria orgânica particulada, além de que o abate e remoção da madeira queimada podem aumentar a erosão e a compactação do solo (Shakesby et al., 1996; Castro et al., 2011). Estes autores especificam que, no caso do pinheiro bravo, é muito importante, para a proteção do solo, a permanência duma manta de agulhas, pelo que a extração do material lenhoso não deveria ser realizada imediatamente após o fogo (no mínimo seria desejável um período de retenção entre 12-15 semanas); salientam também que os ramos e troncos queimados permitem a presença dum banco de sementes considerável, e a concomitante redução do stress hídrico, diminuição da foto-inibição e fornecimento de nutrientes, aspetos que no conjunto se traduzem por um fenómeno de *facilitação* de posterior colonização vegetal, um mecanismo de grande importância ecológica.

Conclui-se, em termos de ordenamento florestal, que estes materiais residuais devem ser usados no sentido de propiciar a recuperação do ecossistema (Brewer, 2008; Brooker et al., 2008), sendo relevante, por exemplo, a permanência da casca do eucalipto nomeadamente sobre a forma de *mulching* (Prats, 2012), defendendo Shakesby et al. (1996) que, para esta espécie, a extração do material lenhoso pode ser realizada mais cedo, comparativamente ao pinheiro bravo. Paralelamente, outros estudos em zonas mediterrânicas (Siles et al., 2010) demonstraram que os materiais lenhosos ardidos, em conjunto com a presença de espécies arbustivas *incubadoras*, as quais desempenham uma função de proteção (pelo que a completa roça de mato pode ser indesejável), evitam o consumo por herbívoros (ex. caprinos), que é muito mais intenso na ausência de qualquer forma de cobertura vegetal. Aliás, a própria densidade de germinação das principais espécies arbustivas (p. ex. *Erica* spp. e *Calluna vulgaris*), podem facilitar a colonização por espécies florestais, mas tal depende da severidade do fogo, com aumentos significativos para temperaturas de fogo mais baixas, mas com o efeito oposto para valores mais elevados (Maia, 2014). Apesar destas indicações, o material lenhoso não pode permanecer no terreno durante um período demasiadamente longo devido ao perigo dum incremento excessivo de biomassa combustível, ou por permitir o desenvolvimento de pragas.

De realçar que a permanência do material vivo com capacidade de gerar rebentos de toíça (como os carvalhos ou freixo) é frequentemente preferível à plantação dado que, no 1.º caso, as plantas exibem superior sobrevivência e crescimento, além de que os custos de instalação são inferiores e não existe mobilização do solo que possa potencialmente acelerar os processos erosivos (Moreira et al, 2009).

São de referir ainda os trabalhos conduzidos por Maia (2014), que evidenciaram que a regeneração do sub-coberto de pinhais e eucaliptais nos primeiros 5 a 6 anos pós-fogo esteve claramente associada às práticas de gestão florestal. Assim, a mobilização do solo, o corte de árvores e o desbaste da vegetação arbustiva no pós fogo foram associados a uma perda excessiva da cobertura vegetal, afetando negativamente a densidade de espécies rebrotadoras (embora com menor impacto nas espécies germinadoras), sugerindo-se ainda que as regiões mais vulneráveis podem sofrer maiores efeitos duma gestão pouco cuidada, conduzindo á exportação rápida dos materiais orgânicos particulados.

## **5. Tipologia de ações apoiadas a nível da estabilização de emergência pós-incêndio e para o restabelecimento da floresta afetada análise crítica (operação 8.1.4)**

O Decreto-Lei n.º 70/2018 de 30 de agosto estabeleceu as medidas excecionais de contratação pública aplicáveis aos procedimentos de ajuste direto destinados à formação de contratos de empreitada de obras públicas, de locação ou aquisição de bens móveis e de aquisição de

serviços relacionados com os danos causados pelo incêndio florestal que teve início em agosto de 2018 e que afetou essencialmente o concelho de Monchique. Todavia, se esta agilização de procedimentos foi definida para esta área específica, a verdade é que tal representa uma exceção para a lenta intervenção, dita de emergência, tendo em conta que a maior perda de solo se verifica no 1.º ou 2.º ano pós-incêndio. Não obstante, os apoios para levar a cabo as fases de estabilização de emergência e recuperação foram regulamentadas pela Portaria n.º 134/2015 de 18 de maio, sujeita já a seis revisões, no âmbito do Programa de Desenvolvimento Rural do Continente para 2014-2020 (PDR 2020).

Aliás, o OTI, no seu Relatório de Janeiro de 2019, já tinha alertado para a necessidade de se proceder no pós-fogo ao rápido levantamento dos prejuízos, seguido pelas atividades de estabilização de emergência, onde teria um papel destacado o ICNF em articulação com as Câmaras Municipais e as Juntas de Freguesia. Nesse documento salientava-se igualmente que, nos fundos provenientes do PDR 2020, a despesa pública destinada à Operação 8.1.4 (recuperação das áreas degradadas) era claramente minorizada relativamente aos investimentos dirigidos à florestação e à melhoria do valor económico das florestas, além de que seria necessário ultrapassar os demorados procedimentos concursais, que excedem geralmente o período crítico em que se dão os fenómenos erosivos. Como a própria designação refere, insistimos que se trata duma estabilização **de emergência**.

## **6. Recomendações/processo operativo e a importância dos planos regionais de ordenamento florestal**

O Quadro 1 explicita os aspetos a ter em atenção nas intervenções de curto prazo que podemos enquadrar dentro da estabilização de emergência e que dizem respeito especialmente ao 1.º ano pós-fogo. Paralelamente, deve ser realizada a devida monitorização e, após o 1º inverno, devem ser previstas as medidas corretivas necessárias.

**Quadro 1.** Aspetos sequenciais a ter em conta na estabilização de emergência nas vertentes das bacias hidrográficas e nas próprias linhas de água.

INTERVENÇÃO DE CURTO PRAZO	
ENCOSTA	LINHAS DE ÁGUA E FLUXOS DE ESCOAMENTO
<p>1) Inventariação dos prejuízos; criação dum processo de análise e decisão permitindo a análise integrada do ecossistema, nomeadamente sobre a capacidade regenerativa do local, risco de degradação, avaliação das áreas essenciais para a conservação de espécies e habitats; proteção fitossanitária dos povoamentos florestais e controlo das espécies invasoras; cartografia das zonas mais suscetíveis à erosão.</p> <p>2) Plano criterioso de extração do material lenhoso ardido, evitando-se o corte raso e privilegiando a extração do material de maior DAP. Evitar as condições para exportação de nutrientes realizando-se a toragem no próprio local e permanecendo casca, folhada e ramagem na área, evitando-se queimadas extensivas.</p> <p>3) Redução da energia de escoamento nas encostas através da disposição de troncos ardidos segundo as curvas de nível, abertura de valas de drenagem e ripagem; melhoria das propriedades do solo através da escarificação; estilhaçamento de resíduos para obtenção de <i>mulching</i> e sua aplicação nos locais mais sensíveis com sementeira de emergência antes do pico de pluviosidade invernal; controle regular das invasoras; utilização de técnicas de Eng<sup>a</sup> Natural para aumento da tensão crítica de arrastamento com utilização dos materiais disponíveis, complementados com técnicas como faxinas, rolos vegetados, barreiras de tela, etc.</p> <p>4) Instalação dispersa de espécies arbustivas e arbóreas de regeneração vegetativa e baixa inflamabilidade (sendo preferível, quando possível a estacaria à plantação).</p>	<p>1) Análise da conservação da faixa ripária e do potencial risco de eutrofização da linha de água e identificação das zonas mais suscetíveis à erosão fluvial e observação e cartografia dos potenciais fluxos de escoamento ao longo das encostas.</p> <p>2) Retirada dos materiais lenhosos (LDD) que podem interromper o escoamento em situação de pico de caudal.</p> <p>3) Estabilização das margens com recurso a técnicas de Eng<sup>a</sup> Natural, como faxinas, empacotamentos, grades vivas, entrançados, etc., complementadas com geomantas e, apenas em zonas de maior risco e de modo pontual, instalação de gabiões ou enrocamentos vegetados e caixas vegetadas (<i>cribwall</i>), evitando sempre a compactação do solo na zona ribeirinha (utilização de maquinaria adequada).</p> <p>4) Diminuição da energia das linhas de água aumentando a rugosidade hidráulica e as tensões críticas de arrastamento, recorrendo-se a açudes submersos ou defletores; instalação de bacias de retenção em combinação com as estruturas anteriores.</p> <p>5) Adensamento da vegetação ripária, especialmente com espécies de regeneração vegetativa, após a prévia estabilização dos taludes, tendo em conta a vegetação autóctone local, recorrendo-se preferencialmente à prévia recolha de material para formação de estacas na própria bacia hidrográfica.</p>

Sendo a Estratégia Nacional para as Florestas (ENF) o documento de referência para os Planos Regionais de Ordenamento Florestal (PROF), além de integrador de diversas componentes e diretrizes, desde o Plano de Ação Nacional de Combate à Desertificação (PANCD) à Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ENCNBA), é essencial que os PROF reflitam a importância que a ENF atribui à recuperação e reabilitação dos ecossistemas afetados

por incêndios e respetivas comunidades. Aliás, as 3 ações de restauração florestal, entre elas a Estabilização de Emergência, indicadas no ponto 1 deste documento, constam da ENF, que lhes atribui uma elevada relevância em consonância com a necessidade de limitar a expansão das lenhosas invasoras. Realçando esta preocupação, o OTI chamara já a atenção, em 2018, para o insuficiente desenvolvimento dos processos restauração florestal e controle da perda de solo incluídos nos PROF, da falta de pormenor sobre a sua operacionalização e correspondente monitorização, incluindo a genérica ausência de indicadores de avaliação e eficácia das medidas de controle. Tais deficiências são, por ex., patentes nos PROF do Litoral Centro e Interior Centro, regiões devastadas por fogos em 2017 e 2019. Acrescentamos ainda que as intervenções de Estabilização de Emergência devem ser realizadas em consonância com as áreas máximas de risco de erosão e a suscetibilidade à desertificação identificadas nos respetivos PROF.

A Figura 2 ilustra algumas intervenções localizadas que tiveram lugar na Serra do Alvão (baldio de Alvadia). Por sua vez incluem-se na Figura 3 alguns exemplos de técnicas de atuação no pós-fogo (incluindo controle de invasoras exóticas) na zona de Monchique, fortemente fustigada por fogos na última década.



**Figura 2.** Estabilização de emergência na Serra do Alvão: **A** - aplicação de faxinas, notando-se apenas 1 mês após a sua instalação a considerável sedimentação de finos; **B** - utilização de hidrosementeira em áreas ardidas, com seleção apropriada de espécies gramíneas e leguminosas. Fotos OTI.



**Figura 3.** Intervenções de estabilização de taludes e remoção de infestantes na Serra de Monchique (bacia Rib<sup>a</sup> Odelouca): **A** - utilização de caixas vegetadas com troncos de eucalipto parcialmente ardidos; **B** - remoção de exóticas (canaviai- Arundo donax) e **C** - posterior consolidação com geomantas tridimensionais, seguindo-se plantação e estacaria com espécies autóctones; **D** - nos taludes mais íngremes, resultado da erosão fluvial, aplicação de gabiões vegetados de salgueiro na base e geomantas com plantação na parte superior. E - 1 ano após a instalação dos gabiões assinala-se o desvanecimento do impacto visual e ampla recuperação da vegetação ribeirinha na parte superior do talude e no gabião vegetado. Fotos OTI.

## 7. Casos de estudo

### 7.1. Programa de Recuperação das Matas Litorais

No âmbito da recuperação das matas litorais atingidas pelos incêndios de 15 de outubro de 2017, o ICNF coordenou um plano para assegurar a gestão sustentável dessas áreas, de que se destaca a constituição da Comissão Científica do Programa de Recuperação das Matas Litorais, com a participação de várias instituições do Ensino Superior e do INIAV (Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária), e a elaboração dos projetos previstos no âmbito da Resolução do Conselho de Ministros n.º 9/2019. O Plano de Atividades produzido por estas instituições pode ser consultar em: <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/dfci/relat/raa/prg-rec-mataslitorais>. Neste documento técnico apresentamos uma súmula das contribuições dos diversos autores, que podem ser consultadas com mais pormenor no referido site, centrado na temática específica dos processos erosivos e estabilização de emergência.

No dia 15 de outubro de 2017 o território nacional sofreu a influência da tempestade tropical Ophelia, a qual exacerbou as condições de perigo meteorológico de incêndio, já de si adversas, pela combinação entre um período muito prolongado de seca e a exposição à circulação de ar quente e seco proveniente do norte de África. Os dois incêndios que percorreram as Matas Litorais, respectivamente Burinhosa-Pataias (resultante de duas ignições distintas) e Quiaios-Figueira da Foz, seguindo uma orientação SW-NE, e cuja propagação resultou num perímetro fortemente alongado, são bem reveladores da contribuição exercida pelo vento. Este foi o evento que assumiu proporções mais devastadoras nas Matas Nacionais desde que há registos, sendo que os dois maiores anteriores, em 1993 e 2003, queimaram, respetivamente, um terço e um quinto da área percorrida em 2017 (Quadro 2).

**Quadro 2.** Importância relativa dos incêndios de 2017 nas diversas Matas e Perímetros Florestais do Litoral Centro.

	Área total (ha)	Área ardida (ha)	Proporção %
MN Pedrógão	1808	1620	90
PF da Alva do Azeche	101	87	87
MN Leiria	11201	9476	86
PF das Dunas de Cantanhede	3522	2328	81
MN das Dunas de Quiaos	6039	3782	63
MN do Urso	6135	3306	54
PF das Dunas e Pinhais de Mira	5315	2817	53
PF da Alva da Senhora da Vitória	338	173	51
MN das Dunas de Vagos	2284	245	11
<b>Total (ha)</b>	<b>35563</b>	<b>24344</b>	<b>67</b>

MN: Mata Nacional; PF: Perímetro Florestal.

Algumas medidas de estabilização de emergência no pós-fogo foram aplicadas rapidamente, embora com caráter pontual, nas margens de alguns troços do Ribeiro de Moel (Mata Nacional de Leiria) logo em meados de dezembro de 2017. Estas medidas consistiram, basicamente, na construção de barreiras de troncos, combinadas ocasionalmente com um acolchoado de estilha projetada produzido no próprio local. Foram assim construídas três barreiras de troncos, instaladas ao longo das margens da referida linha de água, tendo sido as mesmas dotadas duma faixa específica para infiltração/sedimentação imediatamente antes de cada barreira e de uma cerca de sedimentos a jusante das mesmas para determinar a sua eficácia.

No referido Plano de Atividades salienta-se que a informação sobre a erosão hídrica do solo e sua mitigação nas dunas costeiras num cenário pós-fogo é ainda extremamente incipiente, sendo mais numerosos os trabalhos de mitigação da erosão por ação do vento. Aliás, nestas zonas costeiras os especialistas consideraram que a erosão eólica encerraria maior potencial erosivo pelo que deveria ser encarada como prioritária.

Considerou-se também que a revegetação rápida das áreas ardidas seria premente, não só pela estabilização dos taludes mas também devido ao perigo de disseminação de espécies invasoras lenhosas, dado que foi constatado nas matas litorais, após o fogo de 2017, o rápido aparecimento de acácias, destacando-se a acácia-de-espigas, *Acacia longifolia*, observando-se igualmente a colonização de outras acácias como *A. melanoxylon*, *A. dealbata* e *A. mearnsii*, e, em menor grau, *A. saligna*, *A. retinodes* e *A. pycnantha*, todas com efeitos previsíveis no atraso da recuperação das comunidades autóctones e promotoras dum baixo grau de estabilização de encostas e margens de cursos de água. O mesmo aconteceu com as invasoras não-lenhosas, tendo sido especialmente significativos o aparecimento de núcleos de chorão-das-praias (*Carpobrotus edulis*), cana (*Arundo donax*) e erva-das-pampas (*Cortaderia selloana*). Para ambos os tipos de invasoras foi definido um programa de monitorização, preconizando-se a cobertura do solo com *mulch*, hidrosementeira e biomantas (de preferência bi-ou tri-dimensionais), técnicas que têm o efeito não só de sustermem a eclosão das exóticas, como de potenciarem o sucesso das plantações das espécies florestais e dimuírem a incidência dos processos erosivos. Paralelamente, foi definido o adequado programa de monitorização.

Foram também definidas as medidas de intervenção mais urgentes a implementar nos canais de escoamento e nas zonas de várzea das linhas de água. São, aliás, medidas que podem ser implementadas em concertação com as técnicas de tratamento das encostas. Vários processos foram igualmente propostos, como diversas estruturas alinhadas em curva de nível (*countour log structures*), rolos de palha, escarificação e ripagem, cercas de retenção de sedimentos (*silt fences*), complementados com a aplicação de geotêxteis e sacos de areia, solo ou gravilha, hidrosementeiras, *mulching* e *hidromulching*. Foi também tida em conta a acumulação de material orgânico particulado e sedimentos em alguns troços dos cursos de água, produzindo barreiras que interferem com o escoamento e incrementando a erosão fluvial, definindo-se a sua

remoção, bem como o restauro de vegetação ripária.

No que se refere à extração do material queimado, estabeleceram-se alguns princípios:

1. Evitar que a longa presença de material ardido provoque graves problemas fitossanitários e valorizar o material queimado com maior valor comercial, que deve ser retirado prioritariamente.
2. Definir as áreas de exclusão de corte e extração do material queimado, dada a relevância ecológica de alguns habitats (como a proximidade a linhas de água, em especial as permanentes, e em zonas dunares frontais ao mar).
3. Realização do corte e extração em áreas bem delimitadas, de modo a não interferirem com habitats sensíveis que necessitem de algum grau de recuperação, designadamente onde seja necessário fomentar o aparecimento de regeneração natural (incluem-se aqui também as zonas dunares mais expostas à erosão eólica).

Seja como for, existem desde há muito numerosos trabalhos resultantes de parcelas permanentes, estruturas experimentais e outras estruturas localizadas nas Matas Litorais, que foram monitorizados durante períodos mais ou menos longos, dos quais se pode tirar partido para uma aprendizagem na recuperação destas áreas. O Quadro 3 dá conta destas estruturas e do tipo de estudos realizados, ou em execução, embora, como se constata, a maioria tenha sido afetada pela extensão do incêndio.

**Quadro 3.** Áreas experimentais existentes na Mata Nacional de Leiria e situação após o incêndio de outubro 2017.

Designação	Número do talhão	Idade em 10/2017(anos)	Responsável	Ardido
Ensaio de descendência	260	23	INIAV	Sim
Ensaio de proveniências	277	24	INIAV	Sim
Ensaio regeneração	125,141,158,160,175	21	INIAV	Sim
Ensaio de compassos	62	23	ISA	Sim
Ensaio de condução de regeneração natural	279	18	ISA	Sim
Ensaio de desbastes	22,25,43 a 46, 148,200, 201	Várias	ISA	Sim
Parcelas permanentes (51)	Vários	Várias	INIAV	Sim
Controle natural da <i>Acacia longifolia</i>	S. Pedro Moel	-	CFE/UC	Não
Amostragem de fauna piscícola	Ribeiro de S. Pedro	-	ISA	Sim
Avaliação da qualidade biológica	Ribeiro S. Pedro	-	ISA	Sim

Devemos ainda referir que o próprio ICNF elaborou para a Mata Nacional de Leiria-Ribeira de Moel um conjunto de medidas de curto prazo destinadas à estabilização de emergência, para uma área específica de apenas 4,07 ha, as quais se inserem em três tipos distintos de objetivos complementares:

- Controlo da erosão, tratamento e proteção de encostas/taludes no sentido da proteção relativamente à erosão e arrastamento de materiais (cinzas e areias), através da colocação de troncos e resíduos resultantes do corte de árvores, sendo os mesmos amparados por estacas, procedimento complementado pela aplicação de *mulching* entre barreiras.
- Prevenção da contaminação, assoreamento e recuperação de linhas de água com a desobstrução das mesmas, promovendo-se assim a regularização do regime hidrológico, propondo-se ainda a limpeza de 5-10 metros de largura ao longo dos leitos das linhas de água e eliminação do material lenhoso depositado para facilitar o escoamento para caudais de cheia.
- Controlo de invasoras, especialmente de acácias, por via manual ou com ferramentas moto-manuais.

## 7.2. Plano de ação pós-fogo da Peninha - Cresmina (Cascais)

No âmbito da ocorrência do incêndio florestal de outubro de 2017, que percorreu uma área de 428 hectares, com relevância à escala municipal, a Cascais Ambiente, EMAC, Empresa de Ambiente de Cascais, S.A., definiu as medidas necessárias para salvaguarda do património natural afetado e para garantia de um processo gradual de renaturalização. É sobre o respetivo Relatório “*Plano de Ação Pós-fogo Peninha-Cresmina*” elaborado pela EMAC cerca de ano e meio após o evento, que nos debruçamos. O documento estabelece um plano de restauração ecológica para a área afetada pelo incêndio, mais concretamente na área compreendida entre a Peninha, no limite norte do concelho de Cascais, e a duna da Cresmina, a sudoeste, junto ao litoral. Esta zona é de especial relevância por estar inserida no Parque Natural Sintra-Cascais (PNSC) e por estar compreendida na zona de proteção da Paisagem da Serra de Sintra, classificada pela UNESCO como Património da Humanidade, o que evidencia o elevado valor da paisagem. Dentro de área classificada como PNSC encontra-se ainda o Sítio Sintra/Cascais, de Importância Comunitária, regido pelo Plano Setorial da Rede Natura 2000. Acresce ainda que, parte da área afetada (330 ha) está classificada como Reserva Ecológica Nacional (REN). O incêndio abrangeu 3 unidades de paisagem, nomeadamente a unidade Serra de Sintra, a unidade Abano-Penha Longa e a unidade Costa do Sol (Quadro 4).

**Quadro 4.** Área ardida em 2018 nos concelhos de Cascais-Sintra. É indicada a valoração de cada Unidade de Paisagem (escala 1-10).

	Área ardida (ha)	% área ardida	Valoração da Unidade de Paisagem				
			0	1-3	4-5	6-7	8-9
Área total ardida	428,5	99,9					
Concelho de Cascais	428,0	99,9					
Concelho de Sintra	0,5	0,1					
<b>Unidade de Paisagem do Concelho de Cascais</b>							
Serra de Sintra	182,5	42,6	3,5	2,5			176,5
Sub-unidade Serra de Sintra	102,6	21					
Sub-unidade Litoral da Serra	79,9	16,7					
Abano-Penha Longa	226,1	52,8	2,9			223,2	
Costa do Sol	19,4	4,1					
Sub-unidade Dunas Cascais-Guincho	19,4	4,5	1				18,4

O Plano de Ação em causa foi delineado para a zona da Peninha, a mais de 400 m de altitude, na Serra de Sintra, até à área do sistema dunar do Guincho e da Cresmina, incluindo 12 habitats prioritários e 14 endemismos de flora, igualmente prioritários para conservação. Em termos de comunidades vegetais referimos sinteticamente que as zonas mais elevadas (Peninha-Malveira da Serra) são dominadas por carvalho-negral (com núcleos de sobreiro), enquanto as zonas de menor altitude refletem uma comunidade climácica dominada pelo zambujeiro com formações arbustivas de tojo-durázio, um endemismo lusitânico, e outras formações de tojais e urzais-tojais, surgindo ainda medronheiros e loureiros. Na área do Abano surgem também sabinais e carrascais. Mais especificamente, nas dunas e paleodunas de Cresmina-Guincho encontram-se os sabinais litorais termomediterrânicos e vegetação camefítica e esclerófila. Mas não nos podemos esquecer que metade da área afetada por este incêndio estava já ocupada por vegetação exótica invasora, nomeadamente acácia-das-espigas, acácia-austrália, acácia-mimosa ou acácia-negra e, ainda, háquea-picante e háquea-de-folhas-de-salgueiro, as quais beneficiam direta e indirectamente da ocorrência do fogo. Observavam-se também núcleos de outras invasoras como canaviais e figueira-da-índia, existindo ainda alguns eucaliptais dispersos. No Abano, ao longo de vales encaixados, está também presente o Pinheiro-de-Alepo, o qual

apesar de alienígena é considerada uma espécie pioneira com capacidade de proteção e de colonização de áreas degradadas.

Foram delimitadas três unidades homogéneas territoriais para intervir, com a definição de medidas de recuperação adequadas a cada uma delas: Peninha-Almoinhas Velhas (setor 1), Almoinhas Velhas-Abano (setor 2) e Abano-Cresmina (setor 3). Em cada uma foram identificadas as zonas de intervenção prioritária, tendo sido selecionadas as que apresentavam declives compreendidos entre 15-35% (considerando-se que o acesso era problemático para valores superiores). Procedeu-se ainda a um levantamento das manchas de material lenhoso fogueado existentes no terreno, que poderiam servir como fonte de matéria-prima para a implementação de medidas mitigadoras do risco de erosão. Estas manchas foram cruzadas com a carta de declives, excluindo-se as áreas inacessíveis. As intervenções preconizadas serão desenvolvidas tendo por base os caminhos florestais ou zonas com possibilidade de acesso, coincidentes com as zonas identificadas como de intervenção prioritária (Quadro 5).

**Quadro 5.** Tipologia de intervenção de emergência na área de Peninha-Cresmina

	<b>Procedimento</b>	<b>Objetivo</b>
<b>Controle da erosão nas vertentes</b>	Sementeiras de gramíneas anuais (densidade de sementeira aprox. 300 Kg/m <sup>2</sup> ) em faixas em áreas de declive de 15-35% ou em manchas se o declive for superior	Assegurar uma cobertura do solo temporária enquanto a vegetação natural não regenera
	Mulching com estilha de madeira (madeira de pinho não tratada) em 30 a 40% de cobertura do solo	Pretende-se a cobertura e incorporação de fibra e matéria orgânica no solo para aumentar a rapidez de recuperação da vegetação natural
	Barreiras de ramos difusos com material lenhoso fogueado existente no local, o qual depois de cortado, é arrumado manualmente e colocado em linha ao longo das curvas de nível. Altura máxima de 40-50 cm e espaçadas 10 a 20 m	Redução do processo de erosão, nomeadamente através da fixação das partículas finas do solo, bem como amortecimento do escoamento superficial. Funcionam ainda como ponto de fixação de sementes
<b>Controle da erosão fluvial</b>	Instalação de gabiões cilíndricos enrocados colocados transversalmente nas linhas de água, os quais são escorados nas margens (distanciamento 50-250 m)	Correção torrencial e retenção de sedimentos nas linhas de água.
	Deposição de fardos de palha na linha de escorrência (2-3 fardos fixados com estacaria)	Redução do processo erosivo e contribuição com material orgânico e sementes para a regeneração
<b>Controle das espécies invasoras</b>	Corte de espécies exóticas invasoras com desvitalização dos cepos por pincelagem com glifosato a 50% ou arranque manual. Prevê-se o arranque mecânico, com recurso a retroescavadora no caso de aglomerados de rizomas mais extensos (ex. canavial) e quando não exista risco erosivo. Estilhaçamento dos sobrantes ou traçagem e colocação em fiadas paralelas às curvas de nível. Remoção total junto à rede viária numa faixa de 10 m	Combate à invasão biológica
<b>Recuperação de caminhos florestais</b>	Criação de caminhos de saibro compactado (0,05m espessura), assente sobre terreno natural nivelado (sem camada de base) com 3m largura	Facilitar o acesso a todas as manchas ardidas e em áreas arborizadas para permitir o combate a novos focos e incêndio

### 7.3. Incêndio de Monchique

O OTI elaborou anteriormente um Relatório sobre o incêndio iniciado a 3 de agosto de 2018 no sítio de Perna da Negra, na freguesia e concelho de Monchique, distrito de Faro, vindo a atingir o concelho de Silves, afetando uma área de 27.154 hectares, tendo sido dado como extinto no dia 10 de agosto. Todavia, não poderíamos deixar de mencionar este evento neste documento, dado ter sido o mais grave ocorrido no ano de 2018. No referido Relatório elaborado pelo Observatório foram já referenciadas sinteticamente as medidas tomadas em termos da estabilização de emergência (Avaliação do Incêndio de Monchique, OTI, maio 2019). De relevar a publicação do Decreto-Lei n.º 70/2018 e a Portaria n.º 237-B/2018 de 28 de agosto que procuraram agilizar a execução das operações, estabilização dentro dos municípios de Monchique, Silves, Odemira e Portimão, através da implementação de um regime excecional de contratação de empreitadas de obras públicas e da possibilidade de adiantamentos contra fatura nas intervenções de estabilização de emergência (despesas regularizadas no prazo de 45 dias úteis, mediante a apresentação do comprovativo do pagamento integral da despesa). Estas intervenções foram consideradas essenciais, porque se destinavam em grande medida à recuperação de troços de rede primária e secções da rede secundária de faixas de gestão de combustível, bem como instalação de pontos de água, controlo de erosão, tratamento e proteção das encostas e prevenção da contaminação e assoreamento de linhas de água e sua recuperação.

A estabilização de emergência foi objeto de uma avaliação específica desenvolvida pelo ICNF e pelo seu Departamento da Conservação da Natureza e Florestas do Algarve (ICNF 2018) em que foram identificadas todas as “intervenções necessárias à estabilização de emergência dos ecossistemas afetados e à remoção do material ardido, para que posteriormente se proceda à recuperação do potencial produtivo, tendo em vista a reposição e sustentabilidade dos valores ecológicos afetados.” A avaliação foi preparada com a preocupação de enquadrar as medidas nos instrumentos financeiros disponíveis.

As medidas de intervenção rápida e de estabilização de emergência necessárias foram listadas por categoria de processo afetado: combate à erosão fluvial e correção torrencial; recuperação das infraestruturas danificadas; controlo da erosão, tratamento e proteção de encostas; prevenção da contaminação e assoreamento e recuperação de linhas de água; mitigação do impacto na biodiversidade; programa fitossanitário. O ICNF forneceu também fichas de “necessidades de intervenção de estabilização de emergência pós-incêndio” onde se apresentaram de forma detalhada todas as medidas preconizadas com indicação de quantidades ou área, custo unitário e custo total da sua implementação, seguindo a estrutura e nomenclatura das medidas estabelecidas na Portaria n.º 134/2015, para toda a área afetada (concelhos de Monchique, Silves, Portimão e Odemira) e, individualmente, por concelho (ICNF 2018). Tal permitiu ter conhecimento dos custos envolvidos para a recuperação das áreas mais sensíveis.

Todavia, o OTI já tinha assinalado que a operacionalização das medidas não fora devidamente atempada, apesar da resposta rápida através do PDR 2020 (as primeiras candidaturas abriram entre 30 de agosto e 30 de setembro de 2018, ao abrigo da operação 8.1.4, priorizando o controlo de erosão, tratamento e proteção de encostas e, ainda, o restabelecimento de infraestruturas, no valor de 4,5 milhões de euros, segundo o mencionado levantamento do ICNF para os quatro concelhos afetados pelo incêndio).

É um facto que já tiveram lugar algumas ações, embora limitadas em extensão e com carácter eminentemente demonstrativo e formativo. Destacamos o corte de madeira queimada e seu destroçamento, para espalhamento, na Herdade da Talhadinha em Silves em meados de dezembro, que serviu também para a formação de GIPS (Grupos de Intervenção Proteção e Socorro da GNR) e Sapadores Florestais. Procedeu-se também à aquisição de serviços de sementeira aérea para uma área de 150 ha, através do recurso a um avião Dromader, com vista a assegurar a estabilização de emergência na Mata Nacional da Herdade da Parra, sob gestão do ICNF. Esta última ação foi, contudo, realizada apenas a 28 de fevereiro de 2019 e de uma forma algo casuística, apesar de terem sido anunciadas ações mais extensas para as primeiras chuvas após o fogo, o que seria efetivamente crucial. Nenhuma destas ações teve, no entanto, o devido enquadramento financeiro no programa referido anteriormente. Não são ainda conhecidas outras ações concretas de estabilização de emergência implementadas ao abrigo do mesmo programa de financiamento.

Apesar da rápida resposta do ICNF e do mencionado regime de exceção para a área ardida de Monchique, concluímos, pois, que decorreu um período de tempo excessivo até à aplicação no terreno das medidas de estabilização de emergência e de controlo de erosão planeadas. O OTI, analisou criticamente os procedimentos envolvidos e considerou no Relatório de Maio de 2019 que teria sido desejável um melhor apoio técnico por parte do ICNF na definição das medidas e na cartografia das áreas de intervenção prioritárias ou mais suscetíveis à perda do solo, assim como seria conveniente uma revisão dos processos administrativos inerentes à execução deste tipo de medidas, o que poderia ter permitido agilizar as operações, racionalizar custos e aumentar a taxa de sucesso das intervenções.

## 8. Conclusões e recomendações

Após o fogo os proprietários procuram o possível ressarcimento dos prejuízos através da extração do material lenhoso com mais valor deixando a área ardida entregue na maior parte das vezes à regeneração natural, com o concomitante abandono aos processos erosivos, que se manifestam muito rapidamente, e colonização de infestantes com a consequente diminuição da qualidade da estação, com a paralela diminuição da resistência e resiliência a novos agentes bióticos e abióticos. Não há assim tempo a perder após a destruição do coberto florestal, pelo que a intervenção no território tem de ser célere, o que obriga a concertação de esforços para a

realização da estabilização de emergência, o que implica desde a rápida determinação dos prejuízos e das áreas prioritárias (com maior suscetibilidade aos processos erosivos) ao apoio financeiro para estas medidas, com a desburocratização dos procedimentos inerentes. É urgente passar de medidas pontuais (como os casos de estudo que apresentámos ilustram) para intervenções planeadas e mais abrangentes.

Poderíamos adotar a experiência e seguir os procedimentos procedentes da vizinha Galiza, como aliás noutras partes de Espanha, onde existe uma experiência técnica aprofundada na restauração hidrológica-florestal, cimentada após os incêndios catastróficos de 2006 (e já referidos antes neste documento), consubstanciada na atual Lei de Montes da Galiza (7/2012 de 28 de junho, ver p. ex. o CAP 7, artgs. 64 e 65). A zonação atempada da severidade do fogo (com avaliação por teledeteção) e a estimativa subsequente do risco erosivo e hidrológico, seguidas pela atuação de equipas multidisciplinares de intervenção rápida, com a participação frequente de investigadores nesta área, têm permitido atuações viradas para o médio e longo prazo com um êxito assinalável (Vega et al., 2012). Mais concretamente, foi criada para o efeito uma empresa pública especializada \_SEAGA\_, dedicada à requalificação de áreas ardidas e estabilização de emergência, o que permite uma ágil tramitação administrativa. Compete-lhe a conceção das intervenções, em estreita colaboração com os investigadores do Centro de Investigación Forestal de Lourizán (CIF) e a responsabilidade pela própria execução dos trabalhos, que vão desde a aplicação de *mulching* (geralmente por via aérea *\_heli-mulching*, ou apicção manual) a barreiras de retenção, reparação de infraestruturas, etc. A sequenciação dos processos de atuação, que devem merecer a nossa melhor atenção como modelo para intervenção célere nas ocorrências de maior significado (a SEAGA atua em média numa dezena de incêndios por ano, precisamente nos de maior impacto), é descrita em Fernández et al. (2019) e envolve as seguintes etapas: a) uma Comissão de Coordenação seleciona os incêndios florestais; b) segue-se a avaliação preliminar, com estimativa das áreas potencialmente mais vulneráveis; c) procede-se à análise da severidade do incêndio na vegetação e solo e à cartografia das zonas prioritárias para intervenção; d) sucede-se a avaliação de campo e a validação do risco hidrológico e erosivo, bem como dos danos relativos ao património afetado; e) o conhecimento obtido permite elaborar a proposta de atuação com a relação concreta dos trabalhos a efetuar em cada zona; f) finalmente, realiza-se a execução dos trabalhos, que se iniciam imediatamente depois da análise da proposta de atuação. Não é descurada a monitorização, que permite detetar os desvios e que conta também com o acompanhamento por parte do CIF, potenciando sempre uma aprendizagem contínua e uma ligação com a investigação no domínio da contenção dos processos erosivos pós-fogo.

É fundamental que, tal como acontece na cooperação transfronteiriça direcionada para a prevenção e extensão dos fogos florestais (Martín et al, 2019), também no âmbito da estabilização de emergência pudesse haver uma interação adequada dos dois lados da fronteira

e uma aprendizagem com o modelo em utilização que tem conduzido a resultados muito positivos (Fernández et al. 2019).

Acima de tudo, é essencial que a estabilização de emergência adquira um papel relevante, recomendando o Observatório que o País seja dotado de uma estrutura operacional que permita uma resposta tecnicamente adequada, rápida e eficaz, de que o modelo da Galiza é uma excelente referência.

## Referências

- BADÍA, D., SÁNCHEZ, C., AZNAR, J.M., MARTÍ, C., 2015. Post-fire hillslope log debris dams for runoff and erosion mitigation in the semiarid Ebro Basin. *Geoderma*, 237–238: 298–307
- BAPTISTA, E., SIMÕES, N., MARTINS, F.M.G., FERNANDEZ, H, JORDÁN, A., ZAVALLA, L.M., 2013. Chove e Não Trás Guarda Chuva, Erosão Hídrica Pós-Incêndio. Caso de Estudo Incêndio Tavira, S. Brás de Alportel, julho, de 2012. Em *Grandes Incêndios Florestais, Erosão, Degradação e Medidas de Recuperação dos solos*, pp. 292-299.
- BARREIRO, A., LOMBAO, A., MARTIN, A., CARBALLAS, T., FONTÚRBEL, M.T., VEJA, J.A., FERNÁNDEZ, C, DIAZ-RAVIÑA, M., 2013. Implementation of Techniques to Control Post-Fire Erosion in Galicia (NW Iberian Peninsula): Effects of Soil Quality. Em *Grandes Incêndios Florestais, Erosão, Degradação e Medidas de Recuperação dos solos*, pp. 279-290.
- BROOKER, R.W., MAESTRE, F.T., CALLAWAY, R.M., LORTIE, C.L., CAVIERES, L.A., KUNSTLER, G., LIANCOURT, P., TIELBÖRGER, K., TRAVIS, J.M.J., ANTHELME, F., ARMAS, C., COLL, L., CORCKET, E., DELZON, S., FOREY, E., KIKVIDZE, Z., OLOFSSON, J., PUGNAIRE, F., QUIROZ, C.L., SACCONI, P., SCHIFFERS, K., SEIFAN, M., TOUZARD, B., MICHALET, R., 2008. Facilitation in plant communities: the past, the present, and the future. *Journal of Ecology*, 96: 18–34.
- BENTO-GONÇALVES, A., VIEIRA, A., LEITE, F.F., 2013. Erosão dos solos após incêndios florestais: avaliação de medidas de mitigação aplicadas em vertentes e em canais no NW de Portugal. Em *Grandes Incêndios Florestais, Erosão, Degradação e Medidas de Recuperação dos solos*, pp. 187-205.
- BREWER, D., 2008. Managing coarse woody debris in fire-adapted Southwestern forests, in: *Working papers in Southwestern Ponderosa Pine Forest Restoration*. NAU, Flagstaff.
- CAMPO, J., LORENZO M., CAMMERAAT E.L.H, PICÓ, Y, ANDREU, V., 2017. Emerging contaminants related to the occurrence of forest fires in the Spanish Mediterranean. *Science of the Total Environment*, 603–604: 330–339.
- CARBALLAS, T., MARTÍN, A., DÍAZ-RAVIÑA, M., 2009. Efecto de los incendios forestales sobre los suelos de Galicia. In: Cerdà, A., Mataix-Solera, J. (Eds.), *Efectos de los incendios forestales sobre los suelos en España. El estado de la cuestión visto por los científicos españoles*. Universitat de Valencia, Valencia, Spain, pp. 269–301.
- CERDÀ, A., 1998. Changes in overland flow and infiltration after a rangeland fire in a Mediterranean scrubland. *Hydrological Processes*, 12: 1031–1042.
- CASTRO, J., ALLEN, C.D., MOLINA-MORALES, M., MARAÑÓN-JIMÉNEZ, S., SÁNCHEZ-MIRANDA, Á., ZAMORA, R., 2011. Salvage logging versus the use of burnt wood as a nurse object to promote post-fire tree seedling establishment. *Restoration Ecology*, 19: 537-544.

- COELHO, C., PRATS, S., PINHEIRO, A., CARVALHO, T., BOULET, A.K., FERREIRA, A., 2010. Técnicas para minimização da erosão e da escorrência pós-fogo. Univ. Aveiro, 49 pp. A. Bento Gonçalves & A. Vieira (eds.) Univ. Minho.
- CELIS, r., JORDÁN, a. & ZAVALA, I. M., 2011. Efectos del Fuego en las Propiedades Biológicas, físicas y Químicas del Suelo. Em Grandes Incêndios Florestais, Erosão, Degradação e Medidas de Recuperação dos solos, pp. 145-160.
- DE LUIS, M., GONZÁLEZ-HIDALGO, J.C., RAVENTÓS, J., 2003. Effects of Fire and Torrential Rainfall on Erosion in a Mediterranean Gorse Community. *Land Degradation and Development*, 14: 203-213.
- DÍAZ-RAVIÑA, M., MARTÍN, A., BARREIRO, A., LOMBAO, A., IGLESIAS, L., DÍAZ-FIERROS, F., CARBALLAS, T., 2012. Mulching and seeding treatments for post-fire soil stabilisation in NW Spain: Short-term effects and effectiveness. *Geoderma*, 191: 31–39
- DÍAZ-RAVIÑA M., LOMBAO VÁZQUEZ, A., BARREIRO BUJÁN, A., I., MARTÍN JIMÉNEZ, A., CARBALLAS FERNÁNDEZ, T. (2018). Medium-term impact of postfire emergency rehabilitation techniques on a shrubland ecosystem in Galicia (NW Spain). *Spanish journal of soil science*, 3: 322-346.
- FERNANDES, F., BERNARDINO, S. & LOURENÇO, L., 2013. Erosão dos Solos e Medidas de Recuperação Anteriores aos Grandes Incêndios Florestais, na Área Confinante das Bacias Hidrográficas dos Rios Lis, Arunca e Pranto.
- FERNÁNDEZ, C. VEGA, J.A., ARBONES, P., FONTÚRBEL, T., 2019. Eficacia de los Tratamientos del Estabilización del Suelo después de Incendio em Galicia. Anadira Editora, Santiago de Compostela. 108 pp.
- FOX, D.M., 2011. Evaluation of the efficiency of some sediment trapping methods after a Mediterranean forest fire. *Journal of Environmental Management*, 92: 258–265
- GONZÁLEZ-ROMERO, J., LUCAS-BORJA, M.E., PLAZA-ÁLVAREZ, P.A, SAGRA J., MOYA, D. DE LAS HERAS, J., 2018. Temporal effects of post-fire check dam construction on soil functionality in SE Spain. S.
- INBAR A. BEN-HUR, M., STERNBERG, M.; LADOD, M., 2015. Using polyacrylamide to mitigate post-fire soil erosion. *Geoderma* 239–240: 107–114.
- LEVERKUS A., LORITE J., NAVARRO F.B., SÁNCHEZ-CAÑETE E.P., CASTRO, J. 2014. Post-fire salvage logging alters species composition and reduces cover, richness, and diversity in Mediterranean plant communities. *Journal of Environmental Management* 133: 323-331.
- MAIA, P.A.A., 2014. Regeneração da Vegetação após o Fogo Em Portugal – Implicações para a Gestão. Tese de Doutoramento. Univ. Aveiro.
- MARAÑÓN-JIMÉNEZ S., CASTRO J., QUEREJETA, J.I., FERNÁNDEZ-ONDOÑO, E., D. ALLEN, C.D., 2013. Post-fire wood management alters water stress, growth, and performance of pine regeneration in a Mediterranean ecosystem. *Forest Ecology and Management*, 308: 231–239.

- MARTINS, B. & PEDROSA, A., 2013. Os Incêndios Florestais na Alteração do Uso e Ocupação do Solo e sua Relação com a Análise de Suscetibilidade de Ravinamentos: Exemplos do Norte de Portugal. Em *Grandes Incêndios Florestais, Erosão, Degradação e Medidas de Recuperação dos solos*, pp. 208-218.
- MATAIX-SOLERA J., GUERRERO C., GARCIA-ORENES F., BARCENAS G.M., TORRES M.P., 2008. Forest fire effects on soil microbiology. Em Cerdá, A., Robichaud, D., Eds.: *Fire Effects on Soils and Restoration Strategies*. Science Publishers; Inc., Enfield, New Hampshire, USA: pp.134–175.
- MATAIX-SOLLERA, J, CERDÁ, A., ARCENEGUI, V., JORDÁN, A. & ZAVALA, L.M., 2011 Fire Effects on Soil Aggregation: A review. *Earth-Science Reviews*, 109: 44-60.
- MAYOR, A.G., BAUTISTA, S., LLOVET, J., BELLOT, J., 2007. Post-fire hydrological and erosional responses of a Mediterranean landscape: Seven years of catchment-scale dynamics. *Catena*, 71: 68-75.
- MARTIN, J.P., CASTELLNOU, M. & SALGUEIRO, A., 2019. Cooperação transfronteiriça na prevenção e extinção de fogos florestais: Estudo de caso Galiza- Norte de Portugal. *Rede Ibérica de Entidades Transfronteirizas*, 110 pp.
- MOREIRA, F., CATRY, F., LOPES, T., BUGALHO, M.N., REGO, F., 2009. Comparing survival and size of resprouts and planted trees for post-fire forest restoration in central Portugal. *Ecological Engineering*, 35: 870–873.
- PACHECO, F.A.L., SANTOS, R.M.B., SANCHES FERNANDES, L.F., PERREIRA, MG, CORTES, R.M.V., 2015. Controls and forecasts of nitrate yields in forest watersheds. A view over mainland Portugal. *Science of the Total Environment*, 537: 2-21.
- PEREIRA, P., FRANCOS, M., BREVIK, E.C., UBEDA, X., BOGUNOVIC, I., 2018. Post-fire soil management. *Environmental Science & Health*, 5:26–32.
- PRATS, S.A., MACDONALD, L.H., MONTEIRO, M., FERREIRA, A.J.D. COELHO, C.O.A., KEIZER, J.J., 2013. Effectiveness of forest residue mulching in reducing post-fire runoff and erosion in a pine and a eucalypt plantation in north-central Portugal. *Geoderma*, 191: 115-124.
- PRATS, S.A., MARTINS, M.A.S., MALVAR, M.C., VIEIRA, D.C.S., COELHO, C.O.A., CERDÁ, A.B., MAC DONALD, L., KEIZER, J.J., 2013. Aplicação de “Mulch” Após Fogo: Um Método Efectivo para a Redução da Escorrência e da Erosão. Em *Grandes Incêndios Florestais, Erosão, Degradação e Medidas de Recuperação dos solos*, pp. 255-266.
- SHAKESBY, R.A.; BOAKES, DF.J., COELHO, C.O.A., GONÇALVES, A.J.B., WALSH, R.P.D.,1996. Limiting the soil degradation impacts of wildfire in pine and eucalyptus forests in Portugal. *Applied Geography*, 4: 337-355.
- SILES, G., REY, P.J., ALCÁNTARA, J.M., 2010. Post-fire restoration of Mediterranean forests: Testing assembly rules mediated by facilitation. *Basic and Applied Ecology*, 11: 422–431.

SOJKA, R.E., BJORNEBERG, D.L., ENTRY, J.A., LENTZ, R.D., ORTS, W.J., 2007. Polyacrylamide in agriculture and environmental land management. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Advances in Agronomy*, 92: 75–162.

ÚBEDA, X. & OUTEIRO, R.L., 2008. Physical and chemical effects of fire on soil. Em: *Fire Effects on Soils and Restoration Strategies*. Edrs, A. Cerdá & P.R. Robichaud. Science Publishes, Enfield, USA.

VALLEJO, V., ALLOZA, J., 2012. Post-fire management in the Mediterranean Basin. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, 58:251-264.

VEGA, J.A., FONTÚRBEL, T., FERNÁNDEZ, C., DÍAZ-RAVIÑA, M., CARBALLAS, M.T., MARTÍN, A., GONZÁLEZ-PRIETO, S. MERINO, A & BENITO, E., 2013. *Acciones urgentes contra la erosión en áreas forestales quemadas guía para su planificación en Galicia*. Xunta de Galicia, Pontevedra. 138pp.