

# Avaliação do Impacte de Fogos Florestais nos Recursos Hídricos Subterrâneos

*João Paulo Lobo Ferreira<sup>1</sup>, Luís Quinta-Nova<sup>2</sup>, Paulo Fernandez<sup>2</sup> e Teresa Leitão<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil, 101,  
1700-066 Lisboa, Portugal

<sup>2</sup>Escola Superior Agrária, Quinta da Sra. de Mércules,  
6001-909 Castelo Branco, Portugal

lferreira@lnec.pt  
lnova@ipcb.pt  
palex@ipcb.pt  
tleitao@lnec.pt



## Sumário

Foram apresentados os estudos desenvolvidos no âmbito do projeto “Avaliação do impacte de fogos florestais nos recursos hídricos subterrâneos” (POCI/AGR/59180/2004), designadamente: (1) caracterização e análise do coberto vegetal lenhoso e o seu contributo para a produção de cinzas resultantes de incêndios florestais; (2) estudos relativos à caracterização dos

solos, águas e cinzas da combustão de matéria vegetal das áreas estudadas, da biomassa e o potencial de transferência de espécies químicas a partir das cinzas, tanto para os solos como para as águas; (3) estudos relativos à afectação dos fogos na componente qualitativa do ciclo hidrológico; (4) aplicação dos conhecimentos adquiridos a um caso de estudo: a bacia do rio Zêzere; (5) considerações relativas às estratégias de prevenção e mitigação dos impactos dos fogos sobre os solos e recursos hídricos.

**Palavras-Chave:** Fogos; Águas superficiais; Águas subterrâneas; Recarga; Coberto vegetal; Cinzas; Carga poluente sólida; Lixiviados.

## Resumo

Foi objetivo do projeto “Avaliação do impacte de fogos florestais nos recursos hídricos subterrâneos” (POCI/AGR/59180/2004) a análise do impacte dos fogos florestais nos aspetos de quantidade e qualidade química das águas superficiais e, em especial, subterrâneas, bem como dos solos, procurando relacioná-lo com as espécies florestais presentes nas áreas de estudo, nomeadamente o pinheiro (*Pinus pinaster* Aiton) e o eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill), bem como outras espécies arbustivas de importância no coberto vegetal.

Foram seleccionadas quatro áreas de estudo no concelho de Mação, correspondentes às sub-bacias hidrográficas da Quebrada, Carvoeiro, Caratão e Penhascoso. A primeira é representativa de uma área não ardida, a segunda e terceira áreas sofreram um incêndio em 2003 e a quarta área de estudo foi sujeita a um incêndio em 3 de Agosto de 2006. Esta última área de estudo foi seleccionada com o objetivo de monitorizar uma área imediatamente a seguir à ocorrência de um incêndio.

Os trabalhos de campo visaram a caracterização das unidades florísticas das áreas ardidas, recolha de amostras para os ensaios de queima e lixiviação, estimativa da disponibilidade de biomassa florestal, assim como a amostragem das águas superficiais e subterrâneas para a avaliação das alterações na sua qualidade e a evolução da poluição ao longo do tempo.

Foi efetuada a caracterização físico-química de amostras de solos, cinzas, misturas de solos e cinzas, e águas colhidas em campo, e das cinzas produzidas em ensaios de combustão de espécies florestais e arbustivas colhidas nas regiões estudadas.

Efetuaram-se ainda ensaios de lixiviação normalizados, de solos e de

cinzas, com vista a avaliar o potencial de transferência de espécies químicas com possível impacto ao nível de qualidade das águas.

Foram selecionadas amostras para o estudo de interação entre cinzas e solos, com vista à determinação de alterações físico-químicas do solo, e realizados ensaios de lixiviação SAR” (simulação de águas das chuvas) para avaliação do processo de fixação/libertação de poluentes em campo.

Os resultados destes estudos permitiram indiciar potenciais fontes poluentes, e respetivas cargas poluentes, aquando da ocorrência dum fogo numa área florestada.

Tanto as cinzas de incêndios colhidas em campo, como os solos e suas misturas com cinzas ou cinzas obtidas em laboratório, apresentam uma variedade de metais, em níveis diferentes e com comportamentos distintos. Os metais mais solubilizáveis são em geral o Ca, K e também o Na e Mg. Para além deste verificam-se também níveis significativos de solubilização de cloro e sulfato.

Alguns metais pesados apresentam-se em níveis vestigiais, sendo o Mn o que se apresenta em teores mais elevados nos vários tipos de amostras. A maioria dos metais não é lixiviável, ocorrendo no entanto a lixiviação de Mn e Zn em amostras de cinzas e solos colhidos em campo, mas não em cinzas de biomassa obtidas em laboratório.

A análise dos resultados da monitorização nos quatro locais de estudo permitiu verificar a presença de elementos nas águas subterrâneas e superficiais cuja origem se deverá às cinzas dos incêndios e aos solos.

A análise dos resultados da monitorização nos quatro locais de estudo permitiu verificar, em 2006, a presença de diversos elementos nos solos cuja origem se deverá às cinzas dos incêndios. Pelo menos 10 dos 16 HAPs (Hazardous Air Pollutants) considerados prioritários pela USEPA (United States Environmental Protection Agency) – acenaftileno, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno, criseno, fluoranteno, fluoreno, naftaleno, indeno(1,2,3-cd)pireno, fenantreno e pireno – foram identificados nas amostras de solos queimados recolhidas na área de estudo de Penhascoso, observando-se que os valores registados para os HAPs, individualmente, são bastante inferiores aos esperados. Nas amostras de solos recolhidas em 2007 já não se encontraram HAPs. Justifica-se, no entanto, a necessidade de um controlo nas áreas em que ocorram fogos florestais, para minimizar os riscos de contaminação ambiental e consequentemente a exposição humana a estes contaminantes.

Não se verificou a presença de HAPs na maioria das amostras de água subterrânea e superficial recolhidas em 2006 e 2007, com exceção das amostras de água recolhidas no talhão experimental de escoamento em 2006, onde se verificou a presença de acenafteno e naftaleno.

No seguimento das atividades desenvolvidas dentro do âmbito do Projeto, procurou-se fazer a integração das diversas componentes do projeto, aplicando-as a um caso prático de estudo: o vale do rio Zêzere, a montante de Manteigas, na região do incêndio de 2005.

Deste modo, este conhecimento foi integrado na avaliação do caso de Manteigas, considerando (1) as alterações na recarga e escoamento superficial, (2) definindo as cargas poluentes a partir das associações florísticas definidas para a área ardida e os resultados dos ensaios das queimas, (3) calculando com base nesta informação e em cenários as quantidades de poluentes que estariam disponíveis para entrar no meio hídrico e durante quanto tempo a sua entrada se faria sentir, (4) calculando os tempos de permanência dos poluentes no meio subterrâneo em função das suas características hidrogeológicas.

Aplicou-se ainda a metodologia DPSIR (Driving Forces Pressures State Impacts Response) à problemática dos fogos e fez-se uma análise das diversas medidas de prevenção e mitigação conhecidas, avaliando a sua eficácia para diferentes condições do meio afetado pelo fogo.

Por fim sugerem-se um conjunto de linhas de investigação futura para melhorar o conhecimento do impacto dos fogos sobre o meio hídrico e dos métodos mais eficazes de mitigação dos seus efeitos, os quais devem ser projetados em função das características da área afetada e das características do fogo que afetou tal área.

## Bibliografia aconselhada sobre o tema

- Lobo Ferreira, J.P., Novo, M.E., Oliveira, M.M., Laranjeira, I., Leitão, T.E., Henriques, M.J., Martinho, N., Quinta-Nova, L., Fernandez, P., Tojeira, R., Roque, N., Mestre, S., Dias, S., Lopes, M.H., Paralta, E., Freire, M., Galhetas, M., Gomes, S. e Maros, C. 2009. *Avaliação do Impacte de Fogos Florestais nos Recursos Hídricos Subterrâneos. Relatório Final de Execução Material*. Relatório 351/2009-NAS, 555pp.
- Lobo Ferreira, J.P.; Oliveira M.M.; Laranjeira I.; Leitão T.E.; Quinta-Nova L.; Fernandez P.; Lopes M.H.; Paralta, E. 2007. *Avaliação do impacte de fogos florestais em recursos hídricos subterrâneos*. Comunicação apresentada no Seminário sobre Águas Subterrâneas, Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, Lisboa, 1 e 2 de Março de 2007. <http://www.aprh.pt/1e20307/pdf/18.pdf>.