

PROTEGER AS FUNÇÕES DO SOLO ASSEGURAR A VIDA DA TERRA

**Maria do Carmo Horta
Carlos Alexandre
(eds.)**



**Encontro Anual das Ciências do Solo
Castelo Branco 2015**



**Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária**

Ficha Técnica

Edição

Instituto Politécnico de Castelo Branco

Título

Proteger as Funções do Solo – Assegurar a Vida da Terra
Encontro Anual das Ciências do Solo - 2015

Editores

Maria do Carmo Horta
Carlos Alexandre

Capa, projecto gráfico e paginação

Rui Tomás Monteiro

Arte Final, impressão e acabamento

Serviços Gráficos do IPCB

Publicação on-line

ISBN: 978-989-8196-56-9

Depósito Legal: 404954/16

©

Comissão Organizadora

Maria do Carmo Horta (coordenação), Pedro Lopes, Carlos Alexandre, Fernando Girão Monteiro, Henrique Ribeiro, Maria da Conceição Gonçalves, Tiago Ramos.

Comissão Científica

Afonso Martins (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro), António Canatário (Escola Superior Agrária, Castelo Branco), Carlos Alexandre (Universidade de Évora), Corina Carranca (INIAV, Oeiras), Ernesto Vasconcelos (Instituto Superior de Agronomia), Fátima Calouro (INIAV, Lisboa), Fernanda Cabral (Instituto Superior de Agronomia), Fernando Girão Monteiro (Instituto Superior de Agronomia), Henrique Ribeiro (Instituto Superior de Agronomia), João Coutinho Mendes (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro), João Paulo Carneiro (Escola Superior Agrária, Castelo Branco), Jorge Pinheiro (Universidade dos Açores), José Casimiro Martins (INIAV, Oeiras), Manuel Madeira (Instituto Superior de Agronomia), Manuela Abreu (Instituto Superior de Agronomia), Maria da Conceição Gonçalves (INIAV, Oeiras), Maria do Carmo Horta (Escola Superior Agrária, Castelo Branco), Maribela Pestana (Universidade do Algarve), Miguel Brito (Escola Superior Agrária, Ponte de Lima), Raquel Dias Mano (INIAV, Lisboa), Ricardo Serralheiro (Universidade de Évora), Tomás Figueiredo (Escola Superior Agrária, Bragança).



Avaliação temporal do efeito do fogo controlado em propriedades químicas do solo, em áreas de montanha com matos

Avaliação temporal do efeito do fogo controlado em propriedades químicas do solo, em áreas de montanha com matos

Temporal evaluation of the effect of controlled fire, in soil's chemical properties, in mountain areas covered with bushes

Clotilde Nogueira¹, Felícia Fonseca² e Tomás Figueiredo²

Resumo

Atualmente os fogos florestais constituem um grave problema nos ecossistemas mediterrâneos. O abandono das áreas rurais tem contribuído para a acumulação de biomassa combustível. Uma das técnicas aplicadas na gestão da vegetação nestes espaços é o fogo controlado. O fogo reduz ou elimina temporariamente a cobertura vegetal e diversas alterações podem ocorrer ao nível das propriedades físicas, químicas, mineralógicas e biológicas do solo. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo estudar a evolução temporal do efeito do fogo controlado de baixa severidade em áreas de montanha cobertas com matos, em propriedades químicas do solo.

O estudo decorreu no Parque Natural de Montesinho (Aveleda), que ocupa uma área aproximada de 75000 ha, sendo que cerca de 1/3 desta área está coberta por matos. A amostragem realizou-se numa área de matos com cerca de 5 ha que foi sujeita a fogo controlado. Em sete locais, distribuídos aleatoriamente foram colhidas amostras de solo antes, imediatamente após, dois meses, seis meses e três anos após o fogo controlado nas profundidades 0-5, 5-10 e 10-20 cm.

Os resultados obtidos na situação imediatamente após o fogo mostram uma diminuição dos teores das bases de troca e um aumento dos teores de matéria orgânica, potássio e fósforo extraíveis, condutividade elétrica e acidez de troca. Três anos após o fogo constata-se que as propriedades químicas do solo tenderam a evoluir para a situação pré fogo.

Palavras-chave: fogo controlado; propriedades químicas do solo

¹ Centro Ciência Viva de Bragança, Edifício Principal, Rua do Beato Nicolao Dinis, 5300-130 Bragança. Portugal. clotildenog@gmail.com

² Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança (ESAB/IPB), Apartado 1172, 5301-855 Bragança, Portugal

Abstrat

Currently, forest fires are a serious problem in the Mediterranean ecosystems. The abandonment of the rural areas has led to the accumulation of biomass fuel. One of the techniques applied in the management of vegetation in forest areas is the controlled fire.

The fire temporarily reduces or eliminates the vegetal covering of the ground and several alterations may occur in the physical, chemical, mineralogical and biological properties of the soil. This work aims to evaluate the temporal evolution of the effect of controlled low severity fire in mountain areas covered with bushes in soil's chemical properties.

The study took place in Montesinho Natural Park (Aveleda), which possesses a surface of about 75000 ha, being approximately one-third occupied by bushes. Sampling took place in an area with approximately 5ha, occupied by bushes, which was subjected to controlled fire. In seven different locations, randomly scattered, soil samples were collected immediately after de fire, two months, six months and three years after the controlled fire, at different depths: 0-5 cm, 5-10 cm and 10-20 cm.

The results obtained in the situation immediately after the prescribed fire, show that there is a reduction in the exchange bases and the content of organic matter, potassium and extractable phosphorus, electrical conductivity, exchange acidity increased after the fire. Three years after the fire can be seen that the chemical properties of the soil tended to progress to pre fire situation.

Keywords: controlled fire; chemical properties of the soil

Introdução

O fogo é um elemento natural na maioria dos ecossistemas terrestres, sendo dele dependentes os ecossistemas mediterrâneos (Mataix-Solera et al., 2009). Contudo, atualmente os fogos florestais transformaram-se num grave problema nos países sob influência de clima mediterrâneo, onde anualmente ocorre uma estação seca acompanhada de temperaturas elevadas, condições que se revelam propícias à deflagração e propagação dos fogos florestais (Mataix-Solera, 1999). No nosso país, para além das condições climáticas, contribuem também para agravar o problema o abandono das zonas rurais, que incrementam a acumulação de biomassa, assim como a existência de uma estratégia pouco eficiente na prevenção e combate dos incêndios florestais (Fernandes, 2009).

Na passagem do fogo a cobertura vegetal do solo é eliminada temporariamente, alterando as condições de superfície, o que interfere com os processos erosivos hidrológicos, fatores que influenciam a evolução dos ecossistemas (Mataix-Solera e Cerdà, 2009a). Certini (2005) refere que diversas alterações podem ocorrer nas

propriedades do solo como consequência da passagem do fogo florestal, sendo elas de natureza física, química, mineralógica e biológica.

É urgente adotar medidas que dificultem a propagação dos incêndios. A ciência florestal tem desenvolvido investigação científica no domínio da silvicultura preventiva e gestão de combustíveis, na qual se inclui a técnica do fogo controlado, também designado por fogo prescrito (Fernandes, 2006). Com a sua aplicação pretende-se reduzir e modificar, a quantidade e o arranjo estrutural da vegetação, com vista a diminuir a intensidade de um incêndio (Fernandes, 2006).

O fogo controlado não é um incêndio, sendo a intensidade do fogo a diferença básica entre eles. É esta característica que determina se o fogo traz benefícios ou se é apenas destruidor (Úbeda et al., 2009). Quando se aplica a técnica do fogo controlado, este deve ser de baixa intensidade e conduzido de forma a não se propagar livremente (Úbeda et al., 2009). Na execução desta técnica de gestão de combustíveis, o fogo desenvolve baixas intensidades, provocando alterações não significativas nas propriedades do solo, ao contrário dos incêndios de severidade alta que podem provocar impactes negativos no solo (Certini, 2005). Os efeitos do fogo controlado no solo continuam a ser objeto de estudo.

Com este estudo pretendeu-se contribuir com mais informação sobre os efeitos do fogo controlado em propriedades químicas do solo, ao longo do tempo e a diferentes profundidades, para tal foram realizadas colheitas de amostras de solo, não periódicas ao longo de três anos.

Material e métodos

O local em estudo situa-se dentro da área do Parque Natural de Montesinho (PNM), que possui 75000 ha, estando cerca de um terço ocupado por matos. O estudo decorreu em Aveleda, numa área com cerca de 5 ha, ocupada por matos, que foi sujeita a fogo controlado, onde foram colhidas amostras de solo em sete locais distribuídos aleatoriamente: (1) antes do fogo controlado (ATF); (2) imediatamente após o fogo controlado (IAPF); (3) dois meses (DMAPF); (4) seis meses (SMAPF) e (5) três anos (TAAPF) após a aplicação da técnica.

Antes do fogo controlado, foi avaliada a abundância relativa da vegetação arbustiva na área de amostragem, verificando-se que 44% da superfície era ocupada por urze (*Erica australis*), 30% por carqueja (*Chamaespartium tridentatum*) e 26% por esteva (*Cystus ladanifer*), e uma evidente dominância das espécies representativas dos principais grupos de matos do PNM (IPB/ICN, 2007; Figueiredo, et al., 2013). Enquanto decorreu a queima da vegetação, foram avaliados diversos parâmetros definidos por Hungeford (1996), tais como as temperaturas à superfície e 5 cm abaixo da mesma, assim como, a profundidade de combustão do horizonte orgânico e os restos de vegetação que não sofreram combustão completa, imediatamente após a passagem do fogo. A análise dos vários parâmetros observados permitiu concluir que o fogo controlado foi de baixa severidade (Figueiredo et al.,

2012, Figueiredo et al., 2013).

As amostras de solo foram colhidas nas profundidades 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm, posteriormente foram secas a 45°C e crivadas, com um crivo de malha 2 mm.

Todas as amostras de solo foram analisadas no Laboratório de Análises de Solos e Plantas da Escola Superior Agrária de Bragança. Na determinação da percentagem de matéria orgânica (% MO), utilizou-se o método de Walkley-Black (Combs e Nathan, 1998). Os valores de pH do solo foram obtidos por determinação potenciométrica, em suspensões de solo:H₂O e solo:KCl (1:2,5), pelo método descrito por van Reeuwijk, L. (2002). O fósforo (P₂O₅) e o potássio (K₂O) extraíveis foram analisados pelo método Egnér-Riehm, descrito no documento do Ministério da Agricultura e Pescas (1977).

Os valores do fósforo foram obtidos recorrendo a espectrofotometria de absorção molecular. Os valores do potássio foram determinados por espectrofotometria de emissão de chama. Na análise das bases de troca (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺), procedeu-se à sua extração com uma solução de acetato de amónio, NH₄CH₃COO, de concentração 1M a pH 7,0 (Thomas, 1982). As concentrações das bases no extrato foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica. Na determinação da acidez de troca (AT) e do alumínio de troca (Al³⁺) procedeu-se à sua extração com KCl 1M, seguido de agitação e filtração dos extratos (van Reeuwijk, 2002). A acidez de troca foi determinada por titulação com NaOH, 0,1M e o Al³⁺ por retrotitulação com HCl 0,1 M (van Reeuwijk, 2002). Na determinação da condutividade elétrica (CE), a amostras de 20 g de solo foram adicionados 100 mL de água desionizada, após a sua agitação e filtração (Jones, 2001) os valores da CE foram avaliados no condutivímetro.

No tratamento estatístico dos dados foram realizadas análises de variância, e testes de comparação múltipla de médias, recorrendo ao Teste de Tukey (p < 5%), para todas as propriedades determinadas em cada profundidade amostrada, sendo utilizado como fator, o tempo, ou seja, as datas de amostragem. O programa de estatística, utilizado no tratamento dos dados foi o IBM SPSS.

Resultados e discussão

Na tabela 1, apresenta-se a evolução temporal das médias de algumas propriedades químicas do solo. Pela sua análise verifica-se que o teor de matéria orgânica, o fósforo e o potássio extraíveis e a condutividade elétrica, aumentaram após a passagem do fogo, na camada mais superficial, observando-se um padrão de variação semelhante na acidez de troca.

Tab. 1- Resultados da ANOVA e evolução temporal das médias de algumas das propriedades químicas do solo determinadas, na camada 0-5 cm

Profundidade (cm)	Data da colheita	Matéria orgânica (%)	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	K ₂ O (mg kg ⁻¹)	CE (μS cm ⁻¹)
0-5 cm	AF	8,0a	8,9a	133,9a	60,2a
	IAPF	8,7a	9,6a	135,1a	66,9a
	DMAFP	8,2a	11,6a	88,3a	58,9a
	SMAPF	7,9a	16,0a	89,3a	54,8a
	TAAPF	9,2a	9,8a	127,9a	46,3a

AF- antes do fogo; IAPF- imediatamente após o fogo; DMAFP- 2 meses após o fogo; SMAPF- 6 meses após o fogo; TAAPF- 3 anos após o fogo. Para a mesma propriedade química, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ($p>0,05$).

Na tabela 2, apresentam-se para a profundidade de 0 a 5 cm, os valores médios do grau de saturação em bases (GSB) e os teores do alumínio de troca, antes do fogo, imediatamente após o fogo, 2 meses após o fogo, 6 meses após o fogo e 3 anos após o fogo. Os resultados obtidos neste estudo mostram que o grau de saturação em bases diminuiu após a passagem do fogo na camada mais superficial. Verificou-se um aumento no teor de alumínio de troca após a passagem do fogo. Três anos após o fogo controlado, os valores do grau de saturação em bases e do alumínio de troca, observados na camada 0-5 cm, apresentavam-se significativamente diferentes dos valores determinados antes do fogo.

Tab. 2 - Resultados da ANOVA e evolução temporal das médias do grau de saturação em bases e do teor de alumínio de troca, na camada 0-5 cm.

Profundidade (cm)	Data da colheita	GSB (%)	Alumínio de troca (cmol _c kg ⁻¹)
0-5 cm	AF	77a	0,71a
	IAPF	72a	1,23ab
	DMAFP	67ab	1,35b
	SMAPF	73a	1,20ab
	TAAPF	57b	1,74b

AF- antes do fogo; IAPF- imediatamente após o fogo; DMAFP- 2 meses após o fogo; SMAPF- 6 meses após o fogo; TAAPF- 3 anos após o fogo. Para a mesma propriedade química, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ($p>0,05$).

Na tabela 3, apresentam-se para a camada 0-5 cm, os teores das bases de troca do solo (Ca, Mg, K e Na), antes do fogo, imediatamente após o fogo, 2 meses após o fogo, 6 meses após o fogo e 3 anos após o fogo. Os resultados obtidos neste estudo mostram que na profundidade 0-5 cm, imediatamente após o fogo controlado, se verifica uma diminuição não significativa das bases de troca, com exceção do Na⁺ que aumenta imediatamente após o fogo.

Tab. 3 - Evolução temporal dos teores médios das bases de troca do solo (média±SD) e resultados da ANOVA, na camada 0-5 cm

Profundidade (cm)	Data da colheita	Ca ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	Na ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)
0-5 cm	AF	3,42a ± 0,95	0,73a ± 0,78	0,32a ± 0,06	0,12a ± 0,02
	IAPF	3,05a ± 1,05	0,64a ± 0,20	0,26a ± 0,05	0,18b ± 0,06
	DMAF	2,61a ± 0,63	0,63a ± 0,25	0,26a ± 0,09	0,08a ± 0,01
	SMAPF	2,79a ± 0,58	0,54a ± 0,12	0,35a ± 0,20	0,09a ± 0,04
	TAAPF	2,23a ± 1,69	0,54a ± 0,27	0,28 ± 0,10	0,12a ± 0,01

AF- antes do fogo; IAPF- imediatamente após o fogo; DMAF- 2 meses após o fogo; SMAPF- 6 meses após o fogo; TAAPF- 3 anos após o fogo. Para a mesma base de troca, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ($p>0,05$).

Os resultados obtidos permitem concluir que o fogo controlado interferiu com as propriedades químicas do solo, que no decorrer do tempo neste estudo, tendem a evoluir para a situação pré-fogo.

Conclusões

Os resultados obtidos permitem concluir que apesar da severidade do fogo controlado que afetou a área de amostragem ter sido baixa, ocorreram alterações químicas no solo, uma vez que se observaram diferenças significativas em algumas propriedades químicas do solo. Em todas as profundidades amostradas o grau de saturação em bases, apresentou-se significativamente inferior três anos após o fogo controlado, o valor do alumínio de troca, apresentou-se significativamente superior em todas as profundidades amostradas, 3 anos após o fogo.

Referências bibliográficas

- Certini, G. 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia*, 143: 1-10.
- Combs, S.M. & Nathan, M. V. 1998. Soil Organic Matter. Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region. North Central Regional Research Publication n° 221. Missouri Agricultural Experiment Station SB 1001.
- Fernandes, P. 2006. “Silvicultura preventiva e gestão de combustíveis: Opções e otimização”. In *Incêndios Florestais em Portugal – Caracterização, impactes e prevenção*, Edited by: Pereira, JS, Pereira, JMC, Rego, FC, Silva, JMN and Silva, TPD. Lisboa: ISAPress.
- Fernandes, R. C. 2009. Recuperação de solos florestais ardidos com recurso a resíduos orgânicos e sua influência na matéria orgânica do solo. Dissertação de Mestrado apresentada Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Figueiredo, T, Fonseca, F. & Queirós, A. 2012. Degradação física do solo em áreas queimadas de matos no nordeste transmontano. Livro de Atas do Fórum CIMO - Ciência e Desenvolvimento 2012.
- Figueiredo, T, Fonseca, F. & Queirós, A. 2013. Efeitos do fogo na erosão do solo em áreas de matos: resultados de um ano de ensaio no Parque Natural de Montesinho. In António Bento Gonçalves e António Vieira (Eds.) *Grandes Incêndios Florestais, Erosão, Degradação e Medidas*

- de Recuperação dos Solos. Braga: Universidade do Minho. 267-277.
- Hungerford, R.D. 1996. Soils. Fire in Ecosystem Management Notes: Unit II-I. USDA Forest Service, National Advanced Resource Technology Center, Marana, Arizona.
- Jone, B. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. CRC Press. Boca Raton.
- Mataix-Solera, J. 1999. Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales. Contribución a su conservación y regeneración. Tesis Doctoral (ph-D). Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.
- Mataix-Solera, J. & Cerdà, A. 2009a. Los efectos de los incendios forestales en los suelos en España. Síntesis y conclusiones. Nuevos retos en la investigación y en la gestión. FUEGORED, Cátedra de Divulgación de la Ciencia, Universitat de Valencia, Spain.
- Mataix-Solera, J., Guerrero, C., Arcenegui, V., Bárcenas, G., Zornoza, R., Pérez-Bejarano, A., Bodí, M., Mataix-Beneyto, J., Gómez, I., García-Orenes, F., Navarro-Pedreño, J., Jordán, M., Cerdà, A., Doerr, S., Úbeda, X., Outeiro, L., Pereira, P., Jordán, A. & Zavala, L. 2009. Incendios forestales en España. Ecosistemas terrestres y suelos. Cerdà, A. & Mataix-Solera, J. (Eds), Los incendios forestales y el suelo: un resumen de la investigación realizada por el Grupo de Edafología Ambiental.
- Ministério da Agricultura e Pescas. 1977. Sector Fertilidade do Solo (Laboratório Químico-Agrícola Rebelo da Silva). Documentação 2. D.G.S.A. – Divulgação.
- Thomas, G.W. 1982. Exchangeable cations.. In A. C. Page, R. H. Miller, & D. R. Keeney (eds.) Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy 9, 2nd ed, 159-165. Madison.
- Úbeda, X., Outeiro, L., Pereira, P. & Miguel, A. 2009. Incendios forestales en España. Ecosistemas terrestres y suelos. Cerdà, A. & Mataix-Solera, J. (Eds), Estudios sobre las consecuencias del fuego en las propiedades del suelo y la erosión en Catalunya. Investigaciones del GRAM(Grupo de Recerca Ambiental Mediterrània).
- van Reeuwijk, L.P. 2002. Procedures for soil analysis. 6th ed ISRIC. FAO.