



VIII Congreso Ibérico de las **Ciencias del Suelo**

VIII Congresso Ibérico de **Ciências do Solo**

DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN
20 - 22 JUNIO 2018



CICS2018

VIII Congreso Ibérico de las Ciencias del Suelo

VIII Congresso Ibérico de Ciências do Solo

DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN

20 - 22 JUNIO 2018

ISBN 978-84-09-02936-5

Comparação da eficácia de medidas de controlo da erosão pós-fogo: simulações com a USLE para cenários de aplicação no NE de Portugal

Compared performance of post-fire erosion control measures: simulations with USLE for application scenarios in NE Portugal

Figueiredo, Tomás de^{1*}, Fonseca, Felícia¹, Lima, Edson^{1,2}, Fleischfresser, Luciano², Hernández, Zulimar³

¹ CIMO – Centro de Investigação de Montanha, Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal, tomasfig@ipb.pt .

² UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Campo Mourão, Paraná, Brasil.

³ Departamento de Geología e Geoquímica, Universidade Autónoma de Madrid, Canto Blanco, Espanha

Resumo

Os incêndios florestais afetam anualmente vastas áreas do NE Portugal, contribuindo para a degradação do solo num território de montanha sob risco de erosão severo. O trabalho tem como objetivo comparar a eficácia de medidas de controlo da erosão pós-fogo em diferentes cenários de aplicação no NE Portugal. Estabeleceram-se 14 cenários representativos das áreas ardidas na região, calculando a respetiva erosão potencial (fatores R, K e S da USLE). Simularam-se graus de retenção de sedimentos e espaçamento de barreiras feitas com resíduos vegetais queimados, explorando o fator L. A sementeira foi simulada com o fator C e as taxas de crescimento da vegetação típicas de cada cenário. Classificou-se a eficácia das medidas pós-fogo pela redução do potencial para taxas de erosão toleráveis: baixa (>10), moderada (10 a 2) e elevada eficácia (<2 Mg ha⁻¹ a⁻¹). A sementeira é de baixa eficácia e recomenda-se a sua repetição no ano consecutivo. As barreiras têm eficácia genericamente elevada mas dependente dos parâmetros de projeto. A combinação de medidas tem elevada eficácia na maioria dos cenários. Os resultados mostram a necessidade de medidas adequadamente projetadas, adaptadas à diversidade regional das condições potenciais de erosão, para mitigar os impactos e acelerar a recuperação das áreas ardidas.

Palavras-chave: Erosão laminar, Áreas ardidas, Medidas de recuperação pós-fogo, USLE, NE Portugal.

Abstract

Wildfires annually affect large areas of NE Portugal, contributing to soil degradation in a mountain territory under severe erosion risk. The objective of this research is to compare the effectiveness of post-fire erosion control measures in different application scenarios in NE Portugal. Fourteen scenarios were set, representing the regional burnt areas, calculating their potential erosion using the USLE R, K and S factors. Simulations of sediment retention and spacing of barriers built up with burnt vegetation residues, were carried out using the L factor. Seeding was simulated with C factor and vegetation growth rates typical of each scenario. The effectiveness of post-fire measures was assessed by their ability to reduce potential erosion to tolerable rates: low (> 10), moderate (10 to 2) and high efficacy (<2 Mg ha⁻¹ to-1). Seeding is a low efficacy measure and it is recommended to be repeated in the following year. Barriers have generally high efficacy which depends on design parameters. The combination of measures is highly effective in most scenarios. The results show the need of adequately designed measures, adapted to the regional diversity of potential erosion conditions, to mitigate impacts and accelerate burnt areas recovery.

Keywords: Sheet erosion, Burnt areas, Post-fire recovery measures, USLE, NE Portugal.

Introdução

Os incêndios florestais são comuns no NE de Portugal, afetando anualmente vastas áreas e contribuindo para acelerar os processos de degradação do solo num território já de si sob severo risco de erosão [1]. Os incêndios ocorrem sobretudo em floresta e matos, os quais cobrem áreas de montanha em toda a região [1]. As medidas pós-fogo, necessárias para o controlo da erosão laminar nas vertentes, quando aplicadas, carecem todavia de projeto técnica e cientificamente fundamentado.

O estudo teve como objetivo avaliar a eficácia de medidas comuns de controlo da erosão em vertente, quando aplicadas em diferentes cenários de implementação representativos das áreas ardidas do Distrito de Bragança, NE Portugal.

Material e métodos

A área de estudo ocupa 6608 km² e situa-se no extremo NE de Portugal onde, a média anual ardida atingiu perto de 2% daquela superfície [2] [1] (Figura 1).

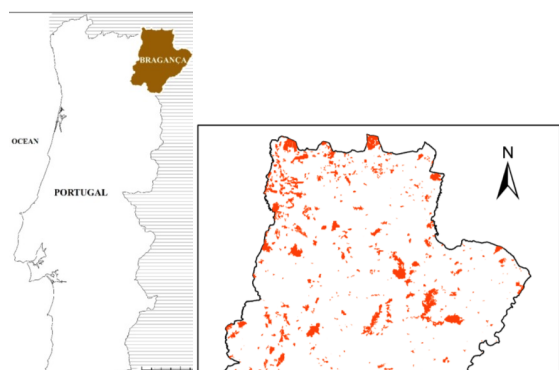


Figure 1 – Distrito de Bragança, NE Portugal: localização e áreas ardidas de 2005 a 2014 (dados do ICNF).

O estudo implicou a definição de cenários regionais para a aplicação simulada de medidas de controlo da erosão pós-fogo comuns (sementeira e barreiras), usando os procedimentos da Equação Universal de Perda de Solo, USLE [3]. Os 14 cenários de simulação definidos representam a gama de variação regional

da precipitação, das características dos solos e do declive, para os quais a erosão potencial foi calculada como o produto dos fatores R, K e S da USLE (Quadro 1).

Quadro 1 – Cenários de simulação definidos pelo domínio climático, solo e declive, e respetiva perda potencial de solo estimada pela USLE (produtos dos fatores R, K e S).

Classe de Índice de Aridez ¹	Unidade de solo ²	Classe de declive ³	Perda potencial solo (Mg ha ⁻¹)
Semiárido	leox	Mto Elevado	71
		Elevado	49
Subhúmido seco	ldox	Elevado	119
		Moderado	63
	ldbx	Elevado	71
		Moderado	38
	ldog	Elevado	37
		Moderado	20
	lug	Elevado	43
		Moderado	23
Subhúmido chuvoso e Húmido	ldox	Moderado	92
			lux
	ldbx	Moderado	54
			lub

¹ Índice de Aridez (IA = Precipitação / Evapotranspiração médias anuais) Semiárido, IA < 0,5; Subhúmido seco, IA 0,5 – 0,65; Subhúmido chuvoso e Húmido, IA > 0,65.

² Todos Leptosolos: leox –éutricos de xisto; ldox – dístricos de xisto; ldbx –dístricos cambicos de xisto; ldog – dístricos de granito; lug – úmbricos de granito; lux – úmbricos de xisto; lub – úmbricos de rochas básicas.

³ Declive (%) Moderado, 12-15 a 25-30; Elevado, 25-30 a 45-50; Muito Elevado, > 45-50.

Para os domínios climáticos definidos pelo Índice de Aridez estimou-se a erosividade das precipitações com base em trabalhos anteriores dos autores [4] [5]. A erodibilidade do solo foi estimada a partir dos dados dos perfis da Carta de Solos do Nordeste de Portugal, com a correção do efeito da pedregosidade das unidades cartográficas selecionadas em cada domínio climático como dominantes [6] [7]. Tomou-se a classe de declive dominante das unidades cartográficas selecionadas para calcular o fator S [6] [8].

Foram simulados diferentes graus de retenção de sedimentos e espaçamento de barreiras dispostas na curva de nível, aplicadas como medida de controlo da erosão pós-fogo (em regra feitas com resíduos de vegetação queimada). Explorou-se o fator L da USLE para estimar a sua eficácia na redução da

erosão com um algoritmo de cálculo que pressupõe que cada barreira exporta uma proporção do solo erodido na área de contribuição a montante, aquela dependente do grau de retenção da barreira e esta do espaçamento entre barreiras. Para jusante na encosta, tal proporção soma ao sedimento produzido em cada área de contribuição, dando lugar a um efeito cumulativo da intervenção pós-fogo no total da encosta, neste trabalho considerada com 200 m, valor apontado como máximo para aplicação do fator L [3] [5].

A sementeira de vegetação herbácea como medida de intervenção pós-fogo foi simulada aplicando o fator C da USLE, considerando as taxas de crescimento da vegetação típicas de cada cenário e o padrão regional de distribuição da erosividade das precipitações [9] [7] [5]. Considerou-se a possibilidade de ressementeira em ano consecutivo ao da sementeira realizada sobre os resíduos do primeiro ciclo da erva semeada [5].

As medidas pós-fogo foram classificadas de acordo com a sua eficácia na redução da erosão potencial para taxas toleráveis nos diferentes cenários de aplicação: baixa (>10), moderada (10 a 2) e elevada eficácia (<2 Mg ha⁻¹ a⁻¹). Estes são limiares de tolerância para solos com e sem substrato renovável, respetivamente [10].

Resultados e Discussão

Perdas potenciais de solo mais elevadas encontram-se nos cenários com solos derivados de xisto em declive elevado e muito elevado em todos os climas, e as menores em cenários com solos derivados de granitos em declive moderado no subhúmido seco (Quadro 1).

As estimativas de perda de solo aplicando sementeira em áreas ardidadas mostra a baixa eficácia desta medida, com taxas anuais superiores a 10 Mg ha⁻¹ em todos os cenários. A eficácia melhora quando é aplicada ressementeira, com taxas de erosão de 2 a 10 Mg ha⁻¹ na maioria dos cenários em ano médio de chuvadas erosivas. Todavia, se nos anos seguintes

ao incêndio ocorrerem chuvadas muito erosivas, a ressementeira é incapaz de reduzir a perda de solo para valores toleráveis na maioria dos cenários (Quadro 2).

Quadro 2 – Eficácia de Sementeira e Re-sementeira, em ano médio e ano erosivo, avaliada pelo nº de cenários de simulação classificados quanto à perda de solo anual estimada.

Tratamento	Erosividade	Perda de solo (Mg ha ⁻¹ a ⁻¹)		
		>10	2 a 10	<2
		Nº de cenários (total=14)		
Sementeira	Ano erosivo	14		
	Anomédio	14		
Re-Sementeira	Ano erosivo	10	4	
	Anomédio	6	8	

¹ Ano médio e ano erosivo – média e percentil 90 da curva acumulada de erosividade anual, respetivamente.

As barreiras instaladas segundo a curva de nível mostram eficácia genericamente mais elevada quando o grau de retenção é elevado (maioria dos cenários com perda de solo de 2 a 10 Mg ha⁻¹ a⁻¹). Todavia, tal não é o caso quando o grau de retenção é médio ou baixo e o espaçamento entre barreiras é igual ou superior a 25 m (Quadro 3). O aumento do grau de retenção das barreiras é mais eficaz do que a redução do espaçamento entre barreiras, resultado que ressalta a necessidade de instalar barreiras bem construídas [5].

Quadro 3 – Eficácia de Barreiras com diferente espaçamento e grau de retenção, avaliada pelo nº de cenários de simulação classificados quanto à perda de solo anual estimada.

Barreiras	Espaçamento	Perda de solo (Mg ha ⁻¹ a ⁻¹)		
		>10	2 a 10	<2
		Nº de cenários (total=14)		
RD 10%	10 m	12	2	
	25 m	14		
	50 m	14		
RD 50%	10 m	8	6	
	25 m	12	2	
	50 m	13	1	
RD 90%	10 m		12	2
	25 m	1	13	
	50 m	4	10	

A combinação das duas medidas (barreiras e sementeira) é de elevada eficácia, exceto quando o grau de retenção das barreiras é baixo (Quadro 4).

A máxima eficácia em todos os cenários é obtida com esta aplicação combinada mas fazendo a sementeira em dois anos consecutivos após o incêndio. Neste caso, em nenhum cenário a estimativa de perda de solo supera 10 Mg ha⁻¹, e em todos é inferior a 2 quando o grau de retenção das barreiras é elevado, pelo que se recomenda a ampla aplicação desta medida em toda a região (Quadro 5).

Quadro 4 – Eficácia combinada de Sementeira (em ano médio) e Barreiras com diferente espaçamento e grau de retenção, avaliada pelo nº de cenários de simulação classificados quanto à perda de solo anual estimada.

Barreiras+Sementeira		Perda de solo (Mg ha ⁻¹ a ⁻¹)		
Grau de Retenção	Espaçamento	>10	2 a 10	<2
		Nº de cenários (total=14)		
RD 10%	10 m	4	10	
	25 m	8	6	
	50 m	12	2	
RD 50%	10 m		12	2
	25 m	3	11	
	50 m	6	8	
RD 90%	10 m		3	11
	25 m		6	8
	50 m		11	3

Quadro 5 – Eficácia combinada de Re-sementeira (em ano médio) e Barreiras com diferente espaçamento e grau de retenção, avaliada pelo nº de cenários de simulação classificados quanto à perda de solo anual estimada.

Barreiras+Re-sementeira		Perda de solo (Mg ha ⁻¹ a ⁻¹)		
Grau de Retenção	Espaçamento	>10	2 a 10	<2
		Nº de cenários (total=14)		
RD 10%	10 m		4	10
	25 m		6	8
	50 m		11	3
RD 50%	10 m			14
	25 m		3	11
	50 m		6	8
RD 90%	10 m			14
	25 m			14
	50 m			14

Conclusões

Os cenários de simulação estabelecidos mostram o elevado potencial de perda de solo prevalente na região, realizável em caso de incêndio e remoção da cobertura vegetal do solo. Das simulações

efetuadas, conclui-se que a sementeira para controlo da erosão pós-fogo não é recomendável na região, mesmo se repetida. A aplicação de barreiras, com melhor desempenho que a sementeira, é ainda insuficiente na maioria dos cenários, mostrando-se que mais do que reduzir espaçamento, deverá privilegiar-se a instalação de barreiras com elevado grau de retenção de sedimentos. A combinação das duas eleva bastante a eficácia das medidas, sendo a mais recomendada a de barreiras de elevado grau de retenção com re-sementeira.

Os resultados mostram a necessidade de medidas adequadamente projetadas, adaptadas à diversidade regional das condições potenciais de erosão, para mitigar os impactos e acelerar a recuperação das áreas ardidas.

Referências bibliográficas

- [1] Cavalli, A; Figueiredo, T de; Fonseca, F, 2017. Áreas ardidas e risco potencial de erosão: estudo realizado em zonas do NE Portugal. Novas Edições Académicas, Beau Bassin.
- [2] ICNF - Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. 2015. 7.º Relatório provisório de incêndios florestais (<http://www.icnf.pt/portal/florestas/dpci/Resource/doc/rel/2015/7-rel-prov-1jan-15set-2015.pdf>).
- [3] Wischmeier, WH, Smith, DD, 1978. Predicting rainfall erosion losses. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Agriculture Hbk 537.
- [4] Figueiredo, T de, 2015. Protecção do Solo em Viticultura de Montanha: Manual Técnico para a Região do Douro. ADVID, Régua.
- [5] Figueiredo, T de, Fonseca, F, Lima, E, Fleischfresser, L, Hernandez, Z, 2017. Assessing Performance of Post-Fire Hillslope Erosion Control Measures Designed for Different Implementation Scenarios in NE Portugal: Simulations Applying USLE. In: Bento Gonçalves, A, Vieira, A, Costa, MR, Aranha, J (eds.) Wildfires: Perspectives, Issues and Challenges of the 21st Century. Nova Publishers, New York. pp. 221-228.
- [6] Agroconsultores e Caba, 1991. Carta dos Solos do Nordeste de Portugal. PDRITM, UTAD, Vila Real.
- [7] Figueiredo, T de, 2001. Pedregosidade e Erosão Hídrica dos Solos em Trás-os-Montes: contributo para a interpretação de registos em vinhas ao alto na Região do Douro. PhD Thesis. UTAD, Vila Real.
- [8] McCool, DK, Brown, LC, Foster, GR, Mutchler, CK, Meyer, LD, 1987. Revised slope steepness factor for the Universal Soil Loss Equation. Trans. ASAE 30:1387-1396.
- [9] Moreira, N, 2002. Agronomia das forragens e pastagens. UTAD, Vila Real.
- [10] Arnoulds, HMJ, 1977. An approach to the assessment of erosion forms and erosion risk on agricultural land in the northern Paris Basin, France. In: Bordman J, Foster DL, Dearing JA (eds). Soil erosion on agricultural land. Wiley, Chichester, pp. 383-400.