

## **CHOVE E NÃO TRÁS GUARDA-CHUVA, EROSÃO HÍDRICA PÓS INCÊNDIO – CASO DE ESTUDO INCÊNDIO TAVIRA-SÃO BRÁS DE ALPORTEL JULHO DE 2012**

Elina Baptista  
Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Portugal  
a31930@ualg.pt

Nuno Simões  
Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Portugal  
a38980@ualg.pt

Fernando M. Granja Martins  
Centre for Natural Resources and the Environment – CERENA  
Department of Civil Engineering, University of Algarve, Portugal  
fmmartin@ualg.pt

Helena Fernandez  
Centre for Natural Resources and the Environment – CERENA  
Research Centre for Spatial and Organizational Dynamics – CIEO  
Department of Civil Engineering, University of Algarve, Portugal  
hfernand@ualg.pt

Antonio Jordán  
MED\_Soil Research Group  
Department of Crystallography, Mineralogy and Agricultural Chemistry, University of Seville, Spain  
ajordan@us.es

Lorena M. Zavalla  
MED\_Soil Research Group  
Department of Crystallography, Mineralogy and Agricultural Chemistry, University of Seville, Spain  
lorena@us.es

### **RESUMO**

Neste estudo pretende-se aplicar as ferramentas de um Sistema de Informação Geográfica para avaliar a erosão do solo através do modelo empírico da Equação Geral da Perda do Solo, em dois cenários - paisagem antes do incêndio e pós o incêndio. A cartografia gerada servirá de base a estudos de avaliação de estratégias de controlo e mitigação dos processos de perda de solo. A área de estudo corresponde à zona afetada pelo incêndio florestal, que assolou os municípios de Tavira e São Brás de Alportel em Julho de 2012, num dos incêndios de maiores dimensões registado nos últimos anos em Portugal. Está limitada pelas coordenadas  $X_{\min}=597859.20\text{m}$ ;  $X_{\max}=617419.20\text{m}$ ;  $Y_{\min}=4111805.66\text{m}$ ;  $Y_{\max}=4133765.66\text{m}$  do sistema UTM-WGS84. Esta área desenvolve-se numa paisagem pertencente à serra do Caldeirão. Esta unidade da serra algarvia caracteriza-se pela presença de solos pobres e incipientes e pela presença de vegetação Mediterrânica. A nível socioeconómico, a área em estudo surge caracterizada como a sub-região algarvia economicamente mais débil, apresentando como produções mais rentáveis as culturas de montado de sobro e os medronhais. Atendendo aos dois cenários verifica-

se que o incêndio teve um impacto negativo no processo de erosão hídrica do solo. Após o incêndio a declividade passa a ser o fator condicionante para a perda de solo.

**Palavra Chave:** Incêndio, Erosão Hídrica; Perda de Solo; Sistema de Informação Geográfica; Declividade.

#### ABSTRACT

In this study we pretend apply the tools of a Geographic Information System to evaluate the soil erosion process, based on an empirical model of the Universal Soil Loss Equation in two cases, before and after fire. The cartography generated will be used as base for the study of the evaluation of strategy control and mitigation of the soil loss process. The study area is located, in the Algarve region, limited by coordinates  $X_{\min}=597859.20\text{m}$ ;  $X_{\max}=617419.20\text{m}$ ;  $Y_{\min}=4111805.66\text{m}$ ;  $Y_{\max}=4133765.66\text{m}$  in UTM-WGS84 system, which comprises the area affected by the forest fire that swept the municipalities of Tavira and São Brás de Alportel in July 2012, being the biggest fire registered in the last years in Portugal. The study area belongs to Caldeirão hills. This unit of Algarve hills is characterized by the presence of poor and incipient soils with Mediterranean vegetation. At socioeconomic level, this area becomes characterized as a more fragile economic sub-region in Algarve, presenting productions more profitable the cork oak forests and thickets of arbutus. Considering the two scenarios is verified that the fire had a negative impact on the process of soil erosion. After the fire the slope becomes the determinant factor for soil loss.

**Keyword:** Fire, Water Erosion, Soil Loss, Geographic Information System, Slope.

## INTRODUÇÃO

De entre as inúmeras catástrofes naturais a que Portugal está geograficamente exposto, são os incêndios florestais, aqueles que maiores dimensões e estragos apresentam ao dizimar grandes áreas de matos, principalmente nos meses quentes. Um dos maiores incêndios ocorridos a nível nacional foi o incêndio de Tavira-São Brás de Alportel (Figura 1), ocorrido em julho de 2012. Este consumiu aproximadamente 24843 ha, em área de matos, colocando em risco as pequenas populações da serra algarvia [2].

A paisagem assolada por este incêndio localiza-se na mega unidade de paisagem das Serras do Algarve e litoral Alentejano, unidade da Serra do Caldeirão. Esta caracteriza-se por ser uma paisagem agreste com um relevo bastante acidentado onde a desertificação é cada vez mais acentuada, pelo que é considerada a sub região algarvia economicamente mais débil [1].

Ao nível da vegetação é de destacar duas espécies, o *Quercus suber* (sobreiro) e o *Arbustos unedo* (medronheiro) que formam, respetivamente, os montados e medronhais, economicamente muito viáveis, que cobrem grande parte desta paisagem. Recentemente, em áreas florestais, tem-se verificado o aumento do povoamento de *Pinus pinea* (pinheiro manso) e de *Eucalyptus globulus* (eucalipto), espécies bastantes combustíveis. Em áreas mais secas encontra-se matagais de azinheira, atualmente quase inexistentes devido às campanhas de trigo sucessivas que ocorreram em finais do século XIX e primeira metade do século XX. Estas vieram de forma muito significativa degradar a estrutura do solo que geologicamente já eram bastante sensíveis, solos esqueléticos [1].

Qualquer incêndio florestal resulta numa degradação efetiva do coberto vegetal o que provoca um acréscimo da erosão do solo, devido ao aumento do impacto das gotas da chuva e à redução da taxa de infiltração que leva ao aumento da taxa de escoamento. Este fenómeno em solos incipientes pode ter graves consequências económicas e ambientais. Tendo em conta a incipiência da estrutura dos solos da serra algarvia, solos finos e com presença de aglomerados rochosos, é fundamental estudar a erosão hídrica do solo em duas situações distintas, antes e após o incêndio. Por um lado, será possível identificar e compreender a morfologia dos locais com

maior potencial de erosão do solo e por outro lado quantificar as perdas de solo esperadas para estes locais.

Para a análise da erosão hídrica do solo recorreu-se a aplicação da Equação Geral da Perda de Solo. Trata-se de um modelo empírico, para o qual foram trabalhados os dados espaciais como a altimetria, litologia, precipitação e uso do solo de forma a obter os parâmetros/factores equacionados na fórmula, erosividade da chuva, erodibilidade do solo, declividade e uso do solo.

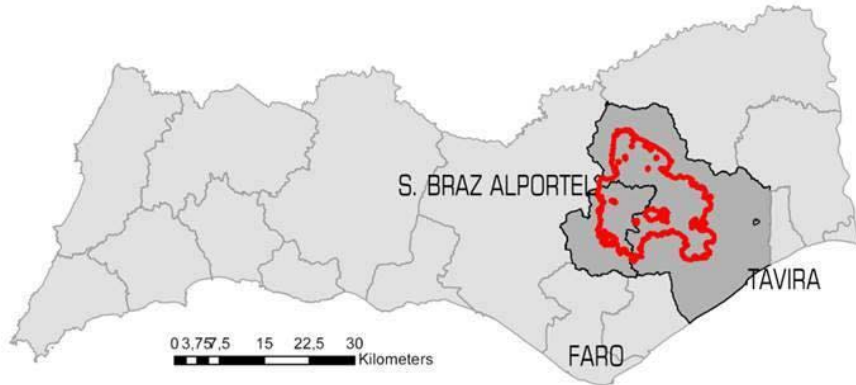


Figura 1. Área de Estudo

## 1. METODOLOGIA

A perda de solo foi determinada com base na equação geral da perda de solo adotado por [8]:

$$PS = R \times K \times LS \times C \times P \quad (1)$$

Em que,  $PS$  é a perda de solo por unidade de área ( $t \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ );  $R$  é o fator de a erosividade da chuva ( $MJ \cdot ha^{-1} \cdot mm \cdot h^{-1} \cdot ano^{-1}$ );  $K$  é o fator de erodibilidade do solo ( $t \cdot ha^{-1} / (MJ \cdot ha^{-1} \cdot mm \cdot h^{-1})$ );  $LS$ , é fator topográfico que depende do tamanho da encosta e do valor de declive (adimensional);  $C$  é coeficiente do uso do solo (adimensional);  $P$  é o fator que relaciona a intensidade de perdas de solo com uma determinada prática conservacionista (adimensional). Neste estudo considerou-se para toda a área,  $P$  com o valor 1.

O fator  $R$  está relacionado com a energia cinética das gotas e a intensidade precipitação. Foi obtido empiricamente pela seguinte expressão, apresentada no estudo [5]:

$$R = \left( \frac{p.média\ mensal\ (mm)^2}{p.média\ anual\ (mm)} \right)^{0.759} * 89.823 \quad (2)$$

Para o cálculo deste fator foi necessário conhecer para a área em estudo os valores, da precipitação do mês de novembro e da precipitação anual. Foi escolhido este mês por se tratar do início do período mais chuvoso na região e pelo facto do solo estar ainda sem coberto vegetal. Foram analisadas as precipitações para um período de 72 anos e aplicando a equação anterior resultou uma constante de  $65.14 MJ \cdot ha^{-1} \cdot mm \cdot h^{-1} \cdot ano^{-1}$ .

O fator  $K$  depende da sua estrutura e composição pelo que se tornou necessário analisar o tipo de solo presente na área em estudo. Nesta área estão presentes três tipos de solos: litossolos eutrícos xistos e grauvaques, cambissolos crómicos calcários e luvisolos rodocrómicos calcários, para os quais foram consultados os valores tabelados de erodibilidade, 0.039, 0.032 e 0.034 respetivamente, disponibilizados em [6]. Por fim procedeu-se à aplicação dos coeficientes de erodibilidade à projeção espacial dos tipos de solo.

O fator topográfico  $LS$ , depende de duas variáveis do relevo que modificam a ação erosiva exercida pela água sobre os solos: o comprimento das encostas e a declividade das vertentes.

O cálculo do declive foi obtido a partir do modelo digital de elevações e reclassificados de acordo com [4]. O tamanho das encostas trata-se de um processo mais complexo de determinar. Por este facto, para conhecer o valor de LS foram utilizados valores tabelados de, respeitantes à investigação efetuado na bacia hidrográfica São José do estado de Espírito de Santo, Brasil [4], com características topográficas muito semelhantes à bacia hidrográfica da Ria formosa, onde se insere a zona de estudo. A Tabela I mostra os valores de LS.

**Tabela I. Tabela de valores do fator topográfico**

<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	<b>LS</b>
0-3%	Plano	0.863
3-8%	Suave Ondulado	2.882
8-20%	Ondulado	5.400
20-45%	Forte ondulado	8.322
45-75%	Montanhoso	11.611
>75%	Escarpado	16.318

Fonte: Retirada de Jocival Luiz Domingos no estudo "Estimativa de Perda de Solo por erosão Hídrica em Bacia Hidrográfica"

A determinação do fator C baseou-se na cartografia do *Corine LandCover* para o ano de 2006 [3]. A atribuição do coeficiente do uso do solo foi baseada em [7] que está expressa na tabela 2. No cenário pós fogo como a área apresenta a mesma tipologia (área ardida) o coeficiente do uso do solo será único, tomando o valor de 0.5.

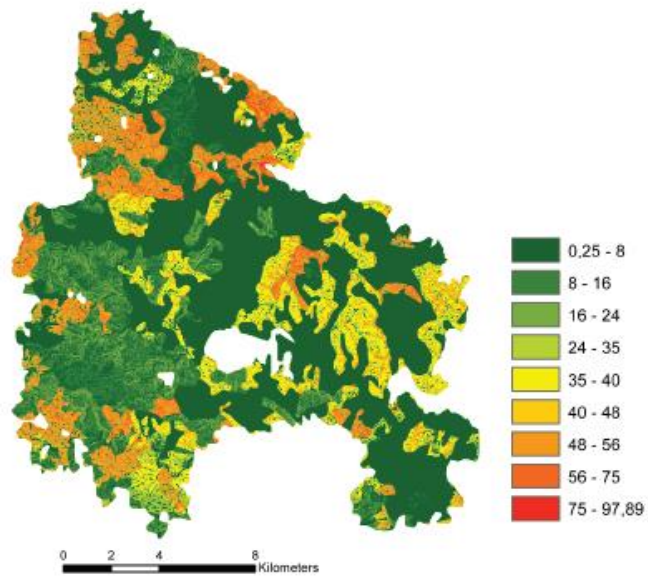
**Tabela 2 – Tabela de valores de usos de solo**

<b>Classe de uso</b>	<b>C</b>
222 – Pomares	0.05
241 – Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes	0.4
242 – Sistemas culturais e parcelares complexos	0.2
243 – Agricultura com espaços naturais e semi-naturais	0.3
244 – Sistemas agro-florestais	0.3
311 – Florestas de folhosas	0.1
312 – Florestas de resinosas	0.05
313 – Florestas mistas	0.05
323 – Vegetação esclerofila	0.02
324 – Florestas abertas, cortes e novas plantações	0.4
Pos fogo (área ardida)	0.5

Fonte: Adaptada de Maria Teresa Pimenta, "Diretrizes para a aplicação da equação geral de perda de solos em SIG"

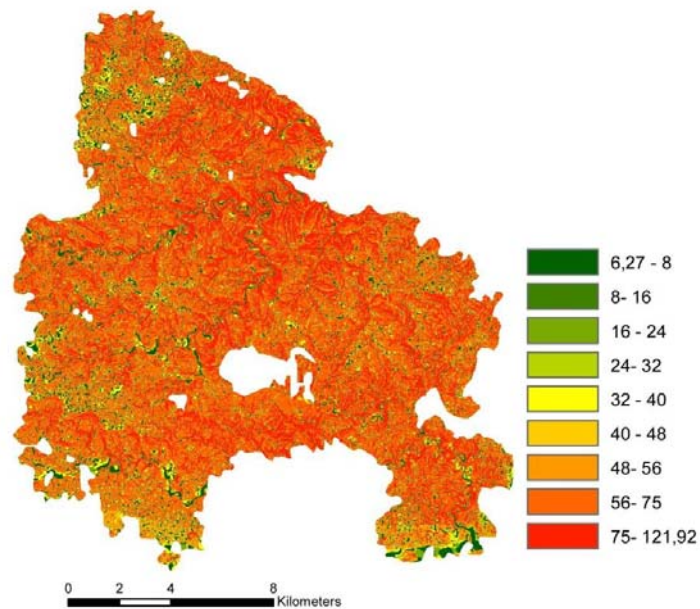
## 2. RESULTADOS

Em cenário de paisagem antes da ocorrência de fogo florestal observa-se que a estimativa de perda de solo é fortemente condicionada pelo parâmetro uso do solo (Figura 2).



**Figura 2.** Estimativa da erosão em cenário antes da ocorrência do incêndio

Verifica-se que existe uma semelhança entre as manchas da perda de solo e as manchas do uso do solo do *Corine Landcover*. Contudo, no interior das manchas é possível observar o contributo do declive para a perda dos solos. Para este cenário estima-se que as perdas de solo estejam compreendidas entre os 0,25 e 97,89 t.ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>. Os valores mais altos pertencem a zonas de declives bastante acentuados estando relacionados a práticas agrícolas menos naturalizadas. Em condições de paisagem ardida (Figura 3), a perda de solo é fortemente condicionada pela declividade, uma vez que houve a destruição do coberto do solo.



**Figura 3.** Estimativa da erosão do solo em cenário pós incêndio

Assim para este cenário estima-se que as perdas de solo estejam compreendidas entre os 6.27 e 121.92 t.ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, sendo os valores mais altos relacionadas com zonas declive bastante acentuado.

### 3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O ponto de partida para análise das perdas de solo após a ocorrência de um incêndio inicia-se pela escolha do método de análise a utilizar. Para este estudo utilizou-se a equação geral de perda de solos aplicada a dados espaciais. A metodologia utilizada deverá ser equacionada num futuro estudo, a fim de aproximar os resultados a um cenário mais realista: recorrer a dados de campo da área de estudo, evitando o recurso a dados tabelados (ex., dados do fator topográfico); não utilizar uma cartografia de escala nacional, para evitar a generalização da informação (ex. carta litológica presente no atlas do ambiente e a cartografia do *Corine LandCover*); aplicar técnicas de fotointerpretação baseadas em ortofotomapas ou fotografias aéreas para classificação do uso do solo e fazer uma validação dos resultados no terreno.

### CONCLUSÃO

Com este estudo foi possível compreender a influência de um incêndio na erosão hídrica dos solos, i.e, conhecer os fatores que mais contribuem para o aumento da erosão do solo com base no modelo empírico da equação geral da perda de solos. Estima-se que em cenários de paisagem antes da ocorrência de incêndio, a erosão é condicionada pelo uso de solo e pela declividade dos terrenos. Em cenário de pós incêndio verifica-se que o fator que mais condiciona a erosão é a declividade dos solos, dado que o uso passa a ser único, i.e, área ardida. Estima-se que os valores mínimos de erosão aumentam em cerca de 96% (0.25 para 6.27 t.ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>e para os valores máximos de cerca de 20% (97.89 para 121.92 t.ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>).

Comparando os dois cenários torna-se evidente a influência negativa que um incêndio pode impor numa paisagem mediterrânica, no que toca à perda de solos. Grande parte desta paisagem é constituída por solos incipientes, onde a camada de solo ronda os 10 cm de espessura. Se esta camada for erodida dá-se a perda do banco de sementes do solo e compromete-se o desenvolvimento da vegetação natural, em áreas naturais e a perda da pouca capacidade agrícola que este tipo de solo compreende. Este facto pode a longo prazo levar à desertificação da paisagem da serra algarvia.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cancela d' Abreu, A. *Contributos para a Identificação e Caracterização da Paisagem Continental Vol. I a V*. [s.ed.], Lisboa : Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano, 2002;
- [2] Centro Estudos sobre Incêndios Florestais, *Relatório do Incêndio de Tavira \ São Brás de Alportel*. [Em Linha], Universidade de Coimbra, ano 2012, [Consult. 7 Março de 2013], Disponível em: <http://www.portugal.gov.pt/pt/os-ministerios/ministerio-da-administracao-interna/documentos-oficiais/20121010-rel-incendio-florestal-tavira-jul2012.aspx>
- [3] CORINE-CLC. *Cartografia CORINE Land Cover 2006 para Portugal Continental*. Instituto Geográfico do exército. Grupo de Detecção Remota. Lisboa. 2006.
- [4] Domingos, J.L., *Estimativa de Perda de Solo por erosão Hídrica em Bacia Hidrográfica*, UFES – Universidade Federal de Espírito Santo, [s.ed.], Disponível em: [http://www.mundogeomatica.com.br/TesesMonografias/Tese\\_Site/monografia\\_jocival.pdf](http://www.mundogeomatica.com.br/TesesMonografias/Tese_Site/monografia_jocival.pdf)
- [5] Pacheco, F.A.L., Moreiras P.A.S., Matias R.L.S. *Risco Natural de Erosão versus Cartografia da REN em Pombal: uma Aplicação dos SIG às Geociências*. VII Congresso Nacional de Geologia. Sociedade Geológica de Portugal e Universidade de Évora. 2010
- [6] Pimenta, M.T., *Caracterização da Erodibilidade dos solos a sul do Rio Tejo*, INAG/DSRH, 1998, Disponível em: [http://snirh.pt/snirh/download/relatorios/erodibilidade\\_sul\\_tejo.pdf](http://snirh.pt/snirh/download/relatorios/erodibilidade_sul_tejo.pdf)
- [7] Pimenta, M.T., *Diretrizes para a aplicação da Equação Universal dos solos em SIG*, INAG/DSRH, [s.ed.] Disponível em: [http://snirh.pt/snirh/download/relatorios/factorC\\_K.pdf](http://snirh.pt/snirh/download/relatorios/factorC_K.pdf)

- [8] Wischmeier, W.H.; Smith, D.D., *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*. Washington: USDA, 1978. 58 p. (Agriculture Handbook, 537)