

## O Projecto EROSFIRE – Uma Primeira Apresentação

<sup>1</sup>J. Keizer, <sup>2</sup>J. Nunes, <sup>1</sup>C. Coelho, <sup>3</sup>J. Silva, <sup>1</sup>F. Lopes, <sup>1</sup>T. Brinkhof, <sup>1</sup>E. Nijsingh, <sup>4</sup>J. Stolte, <sup>5</sup>V. Jetten, <sup>3</sup>A. Ferreira, <sup>1</sup>T. Melo, <sup>1</sup>V. Pereira, <sup>1</sup>V. Mateus e <sup>1</sup>M. Malvar

<sup>1</sup>Centre for Environmental & Marine Studies (CESAM), Universidade de Aveiro,  
AVEIRO, Portugal

<sup>2</sup>Universidade Nova de Lisboa, LISBOA, Portugal

<sup>3</sup>Escola Superior Agrária de Coimbra, COIMBRA, Portugal

<sup>4</sup>ALTERRA-WUR, The Netherlands

<sup>5</sup>University of Utrecht, The Netherlands

**Resumo.** Após ter sido proposto para financiamento, no âmbito do programa nacional da FCT de 2004, o projecto EROSFIRE espera iniciar o desenvolvimento da “Ferramenta de apoio na decisão para identificação, com base em modelação, de risco de erosão do solo após incêndios florestais” ainda antes do Verão de 2005 para eventuais incêndios florestais. Foram precisamente os extensos e destrutivos incêndios florestais do Verão de há dois anos que motivaram esta proposta. Mais exactamente, foi o mapa *"Perdas de solo após incêndios florestais do Verão de 2003"*, desenvolvido pelo Instituto da Água com base numa versão modificada da Equação Universal da Perda do Solo (USLE). O mais que a escolha desta metodologia possa ser compreensível, não deixa de ignorar os avanços notáveis que as últimas décadas tem vindo a assistir na área da modelação numérica da erosão do solo.

O projecto EROSFIRE assume o desafio de desenvolver uma ferramenta baseada em modelação para a avaliação do risco de erosão em Portugal, em áreas florestais ardidas, assente em bases científicas mais inovadoras do que a USLE.

O projecto irá recorrer a simulações de chuva experimentais na recolha de suficientes dados de erosão sob condições alterando rapidamente, esperando assim de ultrapassar os constrangimentos habituais para a parametrização, calibração e avaliação de modelos de erosão. Espera-se ainda que os dados das simulações de chuva permitirão a modelação do risco de erosão a escalas maiores, nomeadamente à escala dos declives. A monitorização adicional à esta escala terá, como objectivo, a avaliação do referido “scaling up” a partir dos resultados das simulações de chuva. Vários modelos de erosão serão comparados e o, ou os modelos mais adequados – inclusive no que diz respeito à disponibilidade dos dados necessários – serão utilizados para avaliar o risco de erosão à escala dos declives, produzindo informação que supostamente é de maior utilidade para a escolha entre vários cenários de intervenção em seguir a um incêndio florestal.

Pretende-se, nesta fase antecedendo o início formal do projecto, sobretudo contribuir para a divulgação do EROSFIRE.

### Introdução

O projecto EROSFIRE (POCTI/AGR/60354/2004) foi recentemente proposto para financiamento no âmbito do programa nacional de apoio a projectos de I&D, dinamizado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) em 2004. Os motivos mais directos que levaram a submissão da proposta, foram os extensos e destrutivos incêndios florestais ocorridos em Portugal, no Verão de 2003, e, em particular, a cartografia do risco de erosão do solo elaborada subsequentemente pelo Instituto de Água. Este mapa de *"Perdas de solo após incêndios florestais do Verão de 2003"* (Figura 1) foi desenvolvido com base numa versão modificada da Equação Universal da

Perda do Solo (USLE). O recurso a esta metodologia pode, por um lado, ser longe de consensual, nomeadamente em círculos académicos, mas, por outro, parece sintomática pela ausência de alternativas, com base em métodos e técnicas mais recentes, para as necessidades reais e, ocasionalmente urgentes, de avaliação do risco da erosão do solo, nomeadamente para áreas geográficas extensas e com base em informação já existente.

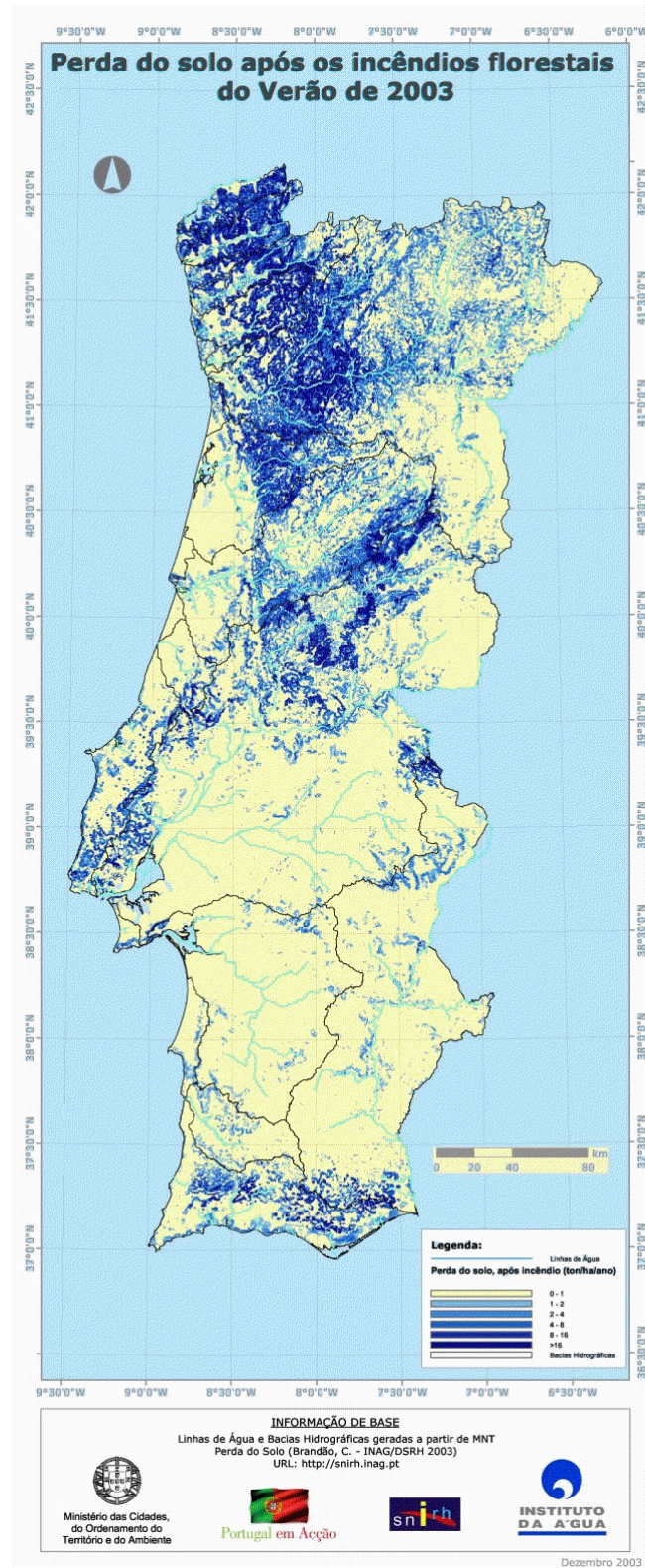


Figura 1. Mapa das “Perdas de solo após incêndios florestais do Verão de 2003”

Do ponto de vista conceptual, bem como do de avaliação explícita de ideias e hipóteses correntes sobre processos hidrológicos e erosivos, tem-se verificado avanços notáveis na área de predição quantitativa da erosão do solo. Passou-se, nas últimas décadas, de uma abordagem essencialmente empírica, como no caso da “Universal Soil Loss Equation” (USLE), para a utilização de modelos numéricos cada vez mais complexos (Morgan e Quinton 2001). Exemplos bastante conhecidos destes últimos modelos são EUROSEM (Morgan et al. 1998), KINEROS (Smith et al. 1995), LISEM (de Roo et al. 1996) e WEPP (Flanagan e Nearing 1995). Não obstante o desenvolvimento científico que estes modelos reflectem e representam, um estudo comparativo recente mostrou que a predição numérica da erosão ainda envolve um grau de incerteza considerável e que depende em larga medida de uma calibração adequada dos modelos (Jetten et al. 1999). A incerteza está associada por um lado, ao carácter não linear dos processos de escorrência superficial e de erosão do solo e, por outro, a dificuldades conceptuais e técnicas, bem como a erros na recolha de dados, tanto no caso de dados destinados a parametrização dos modelos (Morgan e Quinton 2001) como a sua avaliação (Nearing et al. 1999). De um modo geral, a falta de informação é um constrangimento importante e constante para a avaliação adequada dos modelos numéricos, inclusive no que diz respeito aos padrões espaciais das predições de erosão (Jetten et al. 2003) e à robustez do modelo em termos de intervalos de confiança.

A prática habitual dos estudos de erosão do solo no terreno é de efectuar medições repetidas durante períodos prolongados mas para números de locais bastante limitados. Esta estratégia de amostragem parece, no entanto, particularmente restritiva quando se pretende modelar a erosão do solo em ambientes que mudam rapidamente como, por exemplo, áreas florestais recentemente ardidadas. Alterações na cobertura do solo ou nas suas próprias características como, por exemplo, a repelência à água comprometem facilmente a comparabilidade entre eventos chuvosos subsequentes e, porém, dificultam seriamente a parametrização, calibração e avaliação dos modelos para as condições a seguir a um incêndio florestal. Uma estratégia de amostragem alternativa que permite, num prazo de tempo bastante reduzido, recolher dados abundantes sobre a escorrência superficial e a erosão do solo, passa pela técnica de simulação de chuva experimental (e.g. Cerdà et al. 1997; Walsh et al. 1998; Coelho et al. 2002; Shakesby et al. 2002).

### **EROSFIRE: objetivos e tarefas**

O objectivo geral do projecto EROSFIRE é o desenvolvimento de uma ferramenta informática, integrada num Sistema de Informação Geográfica, que permite avaliar e cartografar o risco da erosão do solo, à escala de declives, para diferentes cenários de intervenção em áreas florestais recentemente ardidadas. Os objectivos específicos são:

1. avaliar vários modelos de erosão do solo existentes, tanto empíricos como numéricos, para erosão à escala de declives;
2. desenvolver e testar uma abordagem de predição da erosão do solo, utilizando um ou mais modelos (nomeadamente os que são “physically-based” e “spatially-distributed”) que:
  - a. são parametrizados e calibrados à escala de parcelas experimentais pequenas, com base em dados de simulações de chuva experimentais;
  - b. são, subsequentemente, avaliadas com base em dados de monitorização de parcelas idênticas sob condições de chuva naturais;
  - c. são, finalmente, transferidos (“scaled-up”) à escala dos declives, e avaliadas com base em dados de monitorização à esta mesma escala.

O trabalho previsto no âmbito do EROSFIRE divide-se em seis tarefas:

1. simulação de chuva, envolvendo:
  - a. desenvolvimento de um simulador de chuva portátil,
  - b. experiências, no terreno, de simulação de chuva;
2. selecção e “survey” dos sítios de estudo, que se dividem em sítios temporários (onde só serão feitos simulações de chuva) e sítios permanentes (ver tarefa 3);
3. instalação, nos sítios de estudo permanentes, de parcelas de erosão de acordo com o esquema em Figura 2, e a sua monitorização contínua durante um ano e meio ou meio ano (i.e. no caso dos sítios destinados a parametrização e calibração dos modelos, e a sua avaliação, respectivamente);
4. análise de amostras de escorrência superficial e do solo;
5. modelação da erosão do solo, envolvendo:
  - a. inventário e selecção dos modelos a aplicar e testar (inclusive a variante da USLE utilizada para a Figura 1),
  - b. parametrização e calibração dos modelos seleccionados (à escala das parcelas experimentais pequenas e, subsequentemente, à escala dos declives),
  - c. avaliação dos modelos seleccionados (ver 5b ),
  - d. adaptação do(s) melhor(es) modelo(s) à realidade Portuguesa, nomeadamente no que se refere a dados disponíveis para (quase) todo o território;
6. avaliação do risco da erosão do solo após incêndios florestais e possíveis cenários de intervenção, envolvendo:
  - a. desenvolvimento de cenários de mitigação e controle da erosão,
  - b. desenvolvimento uma ferramenta informática para cartografar o risco da erosão do solo à escala dos declives.

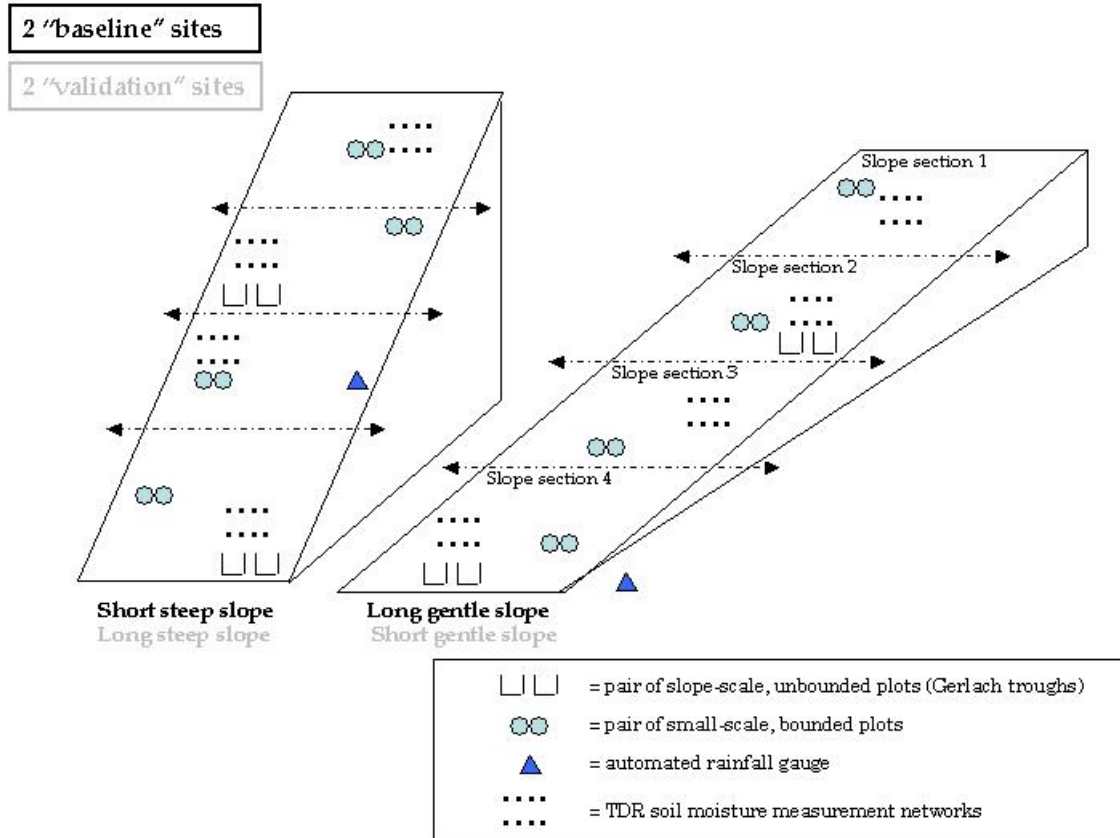


Figura 2 - Instrumentação prevista dos sítios de estudo permanentes

## **EROSFIRE tarefa 1a: resultados iniciais**

A tarefa 1a tem como objectivo a construção de um simulador de chuva portátil que permita reproduzir determinados eventos chuvosos naturais, em particular as suas características chave de intensidade, homogeneidade espacial e de distribuição do tamanho das gotas. Tendo em conta a ampla experiência com este modelo (Figura 3) em estudos anteriores (e.g. Coelho et al. 2002; Shakesby et al. 2002; Keizer et al. 2005), pretende-se, em primeiro lugar, adaptar o modelo de Cerdà et al. (1997) de forma a superar a sua maior limitação, i.e. a de só permitir uma intensidade de chuva. Esta intensidade de aproximadamente 55 mm/h é, de facto, comparável com os valores horários para um período de retorno de 1000 anos, que Brandão et al. (2001) apresentaram para as estações udométricas da região de Aveiro (i.e. Aveiro (10F/01): 44.2 mm; Caramulo (10H/01): 56.8 mm). No entanto, dada a particular importância que eventos chuvosos extremos tenham ou possam ter na produção de erosão do solo, entende-se que o EROSFIRE deveria incluir simulações de chuva com uma intensidade bastante maior, nomeadamente na ordem da máxima histórica para a Região Centro apresentada por Brandão et al. (2001). Experiências que estão a decorrer neste momento apontam para que valores por volta de 80 mm/h sejam, de facto, perfeitamente atingíveis através de modificações bastante simples do modelo de Cerdà et al. (1997). Todavia, estão a ser ponderados outros modelos de simuladores de chuva como, por exemplo, os utilizados por Benito et al. (2003) e Rego et al. (1990) com uma intensidade de 64 e 120 mm/h, respectivamente.



**Figura 3** - Impressão do simulador da chuva desenvolvido por Cerdà et al. (1997).

## Referências bibliográficas

- Benito, E., Santiago, J.L., De Blas, E. & Varela, M.E. (2003). Deforestation of water-repellent soils in Galicia (NW Spain): effects on surface runoff and erosion under simulated rainfall. *Earth Surface Processes and Landforms* 28, 145-155.
- Brandão, C., Rodrigues, R. & Pinto da Costa, J. (2001). Análise de fenómenos extremos – precipitações intensas em Portugal continental. Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos, Instituto da Água.
- Cerdà, A., Ibáñez, S. & Calvo, A. (1997). Design and operation of a small and portable rainfall simulator for rugged terrain. *Soil Technology* 11(2), 161-168.
- Coelho, C.O.A., Ferreira, A.J.D., Baake, M. & Keizer J.J. (2002). Impacts of prescribed shrubland fire and forest wildfire on overland flow and soil erosion generating processes. In: Rubio J.L, Morgan R.P.C., Asins S. & Andreu V. (eds.), *Proceedings of the Third International Congress Man and Soil at the Third Millennium*, pp. 1485-1496. (Geoforma Ediciones, Logroño).
- De Roo, A.P.J., Wesseling, C.G. & Ritsema, C.J. (1996). LISEM: a single event physically-based hydrological and soil erosion model for drainage basins: I – theory, input and output. *Hydrol. Process.* 10(8), 1107-1117.
- Flanagan, D.C. & Nearing, M.A. (1995). USDA Water Erosion Prediction Project: hill slope profile and watershed model documentation. NSERL Report no. 10, USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette.
- Jetten, V., de Roo, A. & Favis-Mortlock, D. (1999). Evaluation of field-scale and catchment-scale soil erosion models. *Catena* 37 (4), 521-541
- Jetten, V., Govers, G. & Hessel, R. (2003). Erosion models: quality of spatial predictions. *Hydrol. Process.* 17, 887-900.
- Keizer, J.J., Coelho, C.O.A., Shakesby, R.A., Ferreira, A.J.D, Domingues, C.S.P., Malvar, M.C., Perez, I.M.B. & Matias, M.J.S. (2005). Hydrological effects of soil water repellency in pine and eucalypt forest stands in coastal Portugal. *Australian Journal of Soil Research* 43 (3).
- Morgan, R.P.C. & Quinton, J.N. (2001). Erosion Modeling. In: Harmon R.S. & Doe W.W. (eds.), *Landscape Erosion and Evolution Modeling*. Kluwer Academic-Plenum Publishers, New York, pp. 117-143.
- Morgan, R.P.C., Quinton, J.N., Smith, R.E., Govers, G., Poesen, J.W.A., Chisci, G. & Torri, D. (1998). The EUROSEM model. In: Boardman J. & Favis-Mortlock, D.T. (eds.), *Modeling soil erosion by water*. NATO-ASI Series I-55, pp. 389-398 (Springer, Berlin).
- Rego, F.C., Pinto, M.A., Botelho, H.S. & Carvalho, L.M. (1990). Hydrological effects of prescribed fire on young *Pinus pinaster* forests in northern Portugal. In: Seminário "Interaction Between Agricultural Systems and Soil Conservation in the Mediterranean Belt", European Society for Soil Conservation (EAN Oeiras).
- Shakesby, R.A., Coelho, C.O.A., Schnabel, S., Keizer, J.J., Clarke, M.A., Lavado Contador, J.F., Walsh, R.P.D., Ferreira, A.J.D. & Doerr, S.H. (2002). Ranking as a potential methodology for assessing relative erosion risk and its application to dehesas and montados in Spain and Portugal. *Land Degradation & Development* 13, 129-140

- Smith, R.E., Goodrich, D.C., Woolhiser, D.A. & Unkrich, C.L. (1995). KINEROS – a kinematic runoff and erosion model. In: Singh V.J. (ed.), Computer models of watershed hydrology. Water Resources Publications, pp. 697-732.
- Walsh R.P.D., Coelho, C.O.A., Elmes, A., Ferreira, A.J.D., Gonçalves, A.J.B., Shakesby, R.A., Terman, J.L. & Williams, A.G, (1998). Rainfall simulation plot experiments as a tool in overland flow and soil erosion assessment, north-central Portugal. *GeoÖkoDynamik* 19, 139-152.