

Erosão hídrica potencial na área da Bacia da ribeira do Enxoé

Potential water erosion in the Enxoé River basin

S. Rodrigues¹, T. B. Ramos², M. C. Gonçalves¹, J. C. Martins¹, M. A. Branco¹, F. P. Pires¹, A. Guerreiro¹ e M. L. Fernandes¹

¹Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, UEIS Sistemas Agrários e Florestais e Sanidade Vegetal, Av. República, 2784-505 Oeiras, Portugal. E-mail: scmr@live.com.pt.

²Centro de Engenharia dos Biosistemas, Instituto Superior de Agronomia, UTL, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal.

Resumo

Uma das principais ameaças ao recurso solo, em Portugal, é a erosão hídrica, nomeadamente na região do Baixo Alentejo. Neste estudo, procedeu-se à avaliação desta ameaça numa área piloto, a bacia da ribeira do Enxoé, integrada na bacia do rio Guadiana, Alentejo. O modelo PESERA foi aplicado àquela bacia, permitindo estimar o risco potencial de perda de solo por erosão hídrica (t/ha/ano). Para tal, recolheram-se dados do solo, clima, vegetação e topografia da área estudada, tendo sido posteriormente processados através de um Sistema de Informação Geográfica. Avaliou-se, também, a taxa de perda de solo em 3 talhões experimentais de erosão (áreas entre 180 e 800 m²), instalados em solos e usos do solo diferentes, de modo a validar os resultados do modelo. O modelo PESERA estimou que aproximadamente 65% da área total apresenta uma taxa de perda de solo inferior a 0,5 t/ha/ano, isto é, um risco de erosão potencial muito baixo. Estas estimativas foram obtidas nas zonas ocupadas por olival e montado de sobre e azinho, sujeitas a agricultura e pastoreio extensivos, conferindo grande proteção ao solo contra a erosão, dado que o solo se encontra coberto com vegetação durante a maior parte do ano. As áreas que apresentam maior risco de erosão (> 50 t/ha/ano de perda de solo), correspondem a cerca de 19% da área total e localizam-se sobretudo a noroeste e sudeste da bacia, nas zonas de agricultura mais intensiva (culturas anuais). Verifica-se, que cerca de 30% da área total da bacia do Enxoé apresenta uma taxa potencial de perda de solo superior a 2 t/ha/ano, limite considerado tolerável em regiões como o Baixo Alentejo. Nos ensaios experimentais, obtiveram-se valores para a taxa de perda de solo média entre 40 e 164 kg/ha/ano, incluindo-se na classe de menor risco de erosão avaliada pelo modelo PESERA.

Palavras-chave: erosão hídrica, PESERA, montado, olival.

Abstract

Water erosion is one of the main threats to soil resource in Portugal, particularly in the Low Alentejo region. In this study, the PESERA model was applied to estimate the potential risk of soil loss by water erosion (t/ha/year) in the Enxoé river catchment (60 km² area), a tributary of the Guadiana River, Alentejo. For this evaluation soil, climate, vegetation, and topography data of the study area was collected and subsequently processed using a Geographic Information System. At the same time, soil erosion was also measured in three experimental plots located in this catchment (areas between 180

and 800 m²), and having different soil types and land uses. The PESERA model estimated that approximately 65% of the catchment area presented a potential soil loss rate lower than 0.5 t/ha/year, i.e., a slight erosion risk. This estimate was associated to areas with olive groves and “*montados*” subjected to extensive farming and grazing, which provide an important protection against soil erosion since the soil is covered with vegetation during most part of the year. The areas with higher erosion risk (over 50 t/ha/year estimated soil loss) corresponded to approximately 19% of the total area, and were mainly located in the northwest and southeast of the basin, in areas with intensive agriculture (annual crops). The model also estimated that 30% of the Enxoé catchment area showed potential soil loss rate higher than 2 t/ha/year, which is the tolerable limit considered for regions as the Low Alentejo region. In the experimental plots, the measured soil loss rates varied between 40 and 164 kg/ha/year, which fall in the lower erosion risk classes assessed with the PESERA model.

Keywords: water erosion, PESERA, *montado*, olive groves.

Introdução

A erosão do solo pode ter consequências físicas (destacamento e transporte de partículas do solo, com perda de solo superficial), químicas (perda de elementos nutritivos e acidificação) e biológicas (perda de matéria orgânica e de actividade biológica). Os agentes principais da erosão do solo são a água e o vento mas, em Portugal, a erosão é essencialmente de origem hídrica. O risco de perda de solo depende de factores climáticos (energia da precipitação), do solo (por ex.: textura e estabilidade da estrutura), da topografia (por ex.: declive e comprimento da encosta) e do tipo de utilização do solo (por ex.: sistema de culturas, grau de protecção do solo pelas culturas e seus resíduos e intensidade do sistema de mobilização). A erosão do solo é considerada uma ameaça quando a sua taxa é superior à taxa de formação do solo, e é acelerada, devido à actividade humana, podendo conduzir à deterioração/perda de uma ou mais funções do solo. Vários estudos apontam taxas médias de erosão dos solos europeus entre as 10 e as 20 t/ha/ano. Contudo, Huber *et al.* (2007) definiram como toleráveis perdas de solo de apenas 1 a 2 t/ha/ano.

Os modelos para estimar a erosão do solo mais comuns, são baseados na Equação Universal da Perda de Solo – USLE (Wischmeier e Smith, 1978) ou na Equação Universal da Perda de Solo Revista – RUSLE (Renard *et al.*, 1997). Mais recentemente, Kirkby *et al.* (2004) desenvolveram o modelo *Pan-European Soil Erosion Risk Assessment* (PESERA) que estima a perda de sedimentos a partir do escoamento de água. Huber *et al.* (2007) seleccionaram este modelo como um dos métodos mais apropriados para estimar o risco de erosão hídrica do solo, por permitir comparar resultados entre as regiões da Europa.

No Baixo Alentejo, em especial na margem esquerda do Guadiana, a agricultura intensiva praticada no século passado, nomeadamente nos anos 30 e 40, utilizando técnicas inadequadas de mobilização do solo, conduziu à degradação e à perda de solo, com maior gravidade nas zonas de declive mais acentuado e associadas a períodos de ocorrência de chuvadas de maior intensidade, com a consequente deterioração das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Martins *et al.*, 2001).

Este trabalho, tem como objectivos a avaliação da erosão hídrica potencial de uma área piloto, a Bacia da ribeira do Enxoé, integrada na bacia do rio Guadiana, Alentejo, com o

modelo PESERA (Kirkby *et al.*, 2004), bem como à validação deste modelo a partir das taxas de erosão medidas em diferentes parcelas experimentais localizadas na bacia.

Material e Métodos

Localização e características da Bacia do Enxoé

A bacia da Ribeira do Enxoé situa-se no Baixo Alentejo, Distrito de Beja, concelho de Serpa (Figura 1) e tem uma área de cerca de 60 km². O rio possui um comprimento de cerca de 9 km e é ocupado principalmente por olivais (18,3 km²), montado (17,6 km²) e culturas arvenses (17 km²) e os solos predominantes são os Luvisolos (47%) seguidos de Cambissolos (31%) e Calcissolos (14%). Segundo o quadro do plano de gestão de recursos hídricos superficiais da região, a bacia tem estabelecidas funções de reservatório de água para consumo humano.

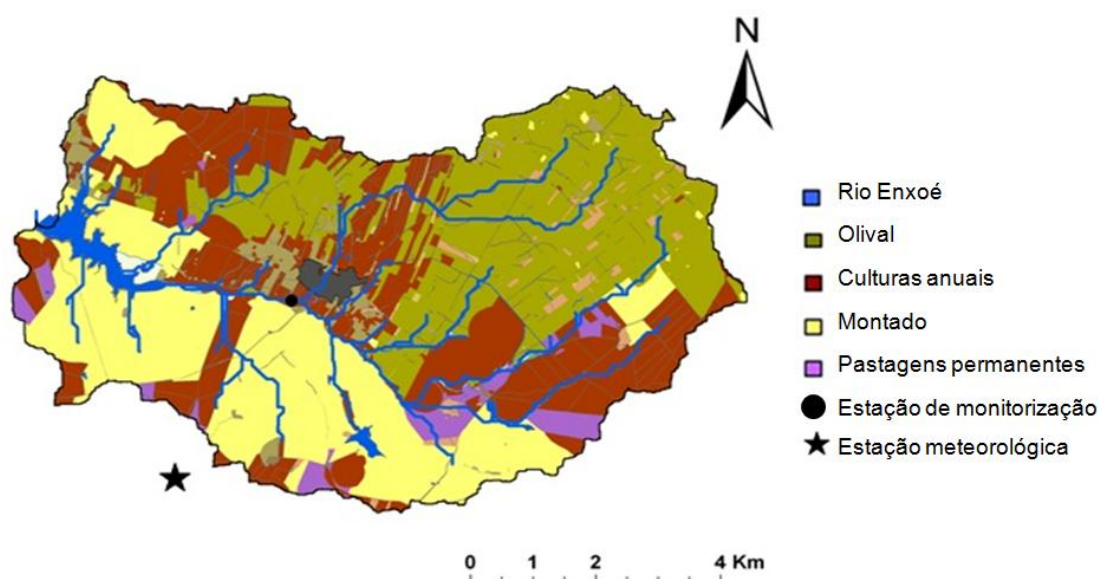


Figura 1 – Carta da ocupação do solo da Bacia do Enxoé.

O modelo PESERA

O modelo PESERA permite estimar as perdas de solo por erosão hídrica e baseia-se na partição dos valores de precipitação nas componentes resultantes: escoamento superficial, evapotranspiração e variações do armazenamento de água no solo. No modelo PESERA, a erosão potencial (S) é estimada como a perda média de solo (ton/ha) através do produto entre a erodibilidade do solo (k), o escoamento total (q) e o declive (Δ),

$$S = k q^m \Delta^n, \quad \text{com } q = jx \quad (1)$$

em que j é o escoamento (por unidade de área), x a distância à linha de água e m e n são os expoentes a serem determinados. A erodibilidade depende fortemente das propriedades do solo e da vegetação. Por outro lado, o modelo usa médias mensais e distribuições de precipitação diárias, a fim de estimar médias a longo prazo. A informação mínima necessária para correr o modelo PESERA consta do Quadro 1.

Quadro 1 – Dados de entrada para o modelo PESERA (Irvine e Kosmas, 2003).

Dados	Descrição
Vegetação	Profundidade radicular (mm).
	Água utilizável na camada superficial do solo (mm).
	Redução da rugosidade da superfície do solo em cada mês (%).
	Uso do solo (-).
	Grau de cobertura em cada mês (%).
Clima	Precipitação média mensal (mm).
	Temperatura média mensal (°C).
	Amplitude térmica mensal (°C).
	Coefficiente de variação da precipitação por dias de chuva para cada mês (-).
	Precipitação mensal / dias de chuva (mm).
	Evapotranspiração potencial média mensal (mm).
Solos	Água utilizável para as plantas (mm).
	Encrustamento (mm).
	Erodibilidade (mm).
	Profundidade do solo (mm).
	Textura do solo
Topografia	Desvio padrão da altitude (m).

Os dados de entrada foram obtidos a partir das bases de dados de solos PROPSOLO (Ramos *et al.*, 2007) e do Serviços de Reconhecimento e Ordenamento Agrário (SROA, 1973), os dados meteorológicos médios de um período de 10 anos medidos pertencem à estação de Valada (Serpa) (37,9° N, 07,4° W) (<http://snirh.pt/>) e utilizou-se também o modelo digital do terreno da NASA (90 m de resolução espacial). Posteriormente seguiu-se o respetivo processamento dos dados através de um Sistema de Informação Geográfica, ArcGis.

Ensaios de campo

Para os ensaios experimentais foram construídos 3 talhões de erosão dentro dos limites da bacia do Enxoé para avaliação das perdas de solo por erosão hídrica. O talhão de erosão 1 (solo Pg) com uma área de 800 m², foi instalado num solo Litólico Não Húmico de granitos, sob um montado com revestimento de aveia. O talhão de erosão 2 (solo Pc'), com uma área de 180 m², foi instalado num solo Calcário Pardo para-barro de calcários não compactos associados a gabros, coberto por olival intensivo sem revestimento na entrelinha. O talhão de erosão 3 (solo Vx), com uma área de 380 m² foi instalado (com monitorizações apenas a partir de 2012) num solo Mediterrâneo Vermelho ou Amarelo, de materiais não calcários de xisto, em montado de azinho revestido por vegetação natural.

Procedeu-se à monitorização do escoamento superficial e dos sedimentos arrastados em cada um dos 3 talhões, para posterior determinação da erosão, entre Janeiro 2010 e Abril 2013. Para tal foram retiradas amostras volumétricas dos reservatórios que sofreram os processos de sedimentação, decantação e secagem, e posteriormente fez-se a avaliação dos sedimentos presentes na amostra e consequente extrapolação para as áreas respectivas.

Resultados e Discussão

A perda de solo na Bacia do Enxoé por erosão hídrica, avaliada pelo modelo PESERA, está representada na Figura 2.

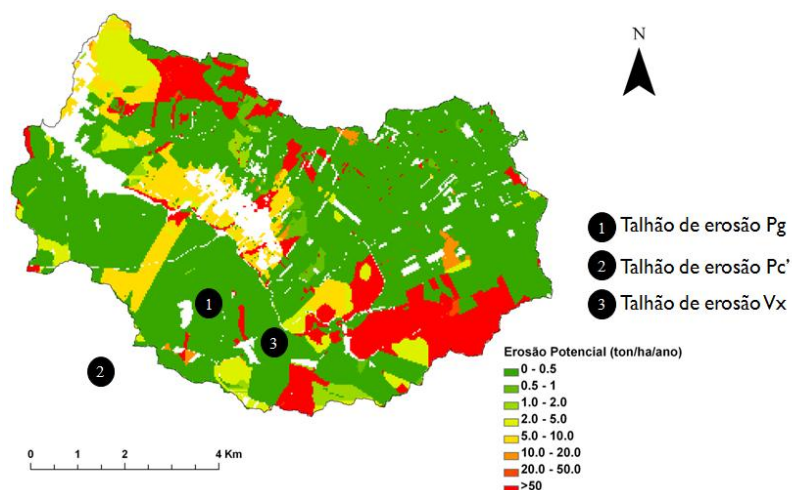


Figura 2. – Carta das classes de erosão potencial (modelo PESERA) da Bacia do Enxoé.

Segundo o modelo, 64,6% da área apresenta uma taxa potencial de perda de solo inferior a 0,5 t/ha/ano, cerca de 2/3 do total da bacia, correspondendo às zonas ocupadas por olival e por montado de sobre e de azinho. A Figura 2 revela assim que cerca de 30% da área da bacia do Enxoé está sujeita a um risco de erosão hídrica acima das 2 t/ha/ano, valor definido por Huber et al. (2007) como limite tolerável para a erosão do solo. As áreas que apresentam maior risco de erosão, isto é, com mais de 50 t/ha/ano de perda de solo, localizam-se sobretudo na zona noroeste e sudeste da bacia, correspondendo às zonas de agricultura mais intensiva, ocupadas, nomeadamente por culturas anuais, em cerca de 19% da área total da bacia.

Os dados obtidos através dos ensaios de campo podem ser visualizados na Figura 3.

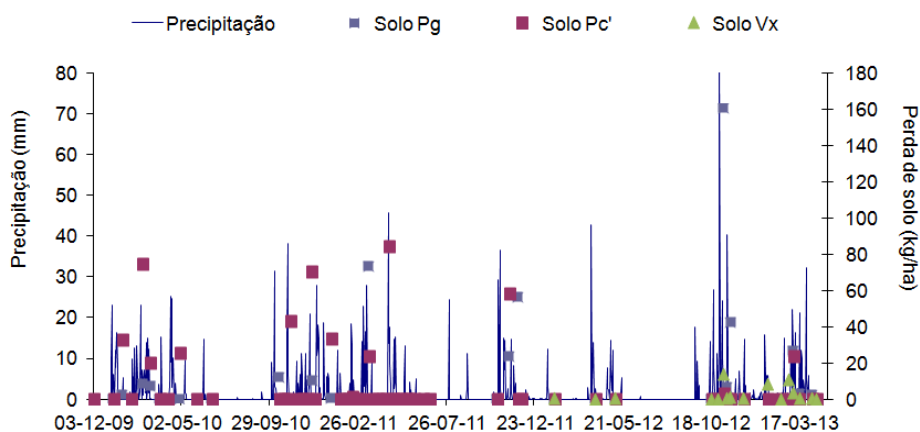


Figura 3 – Registo de precipitação e perdas de solo nos talhões da Bacia do Enxoé.

De Janeiro de 2010 a Abril de 2013, verificou-se um total de perda de solo de 435 kg/ha no solo Pg e de 493 kg/ha no solo Pc'. No solo Vx de Janeiro de 2012 a Abril de 2013, verificou-se apenas uma perda de solo de 40 kg/ha, sendo portanto a erosão muito reduzida. Relativamente a valores médios anuais para os talhões 1, 2 e 3 são 145, 164 e 40 kg/ha, respectivamente. A precipitação durante os anos hidrológicos 2010/2011, 2011/2012 e 2012/2013 (até Abril se 2013) foram 695, 270 e 570 mm respetivamente,

pelo que o ano hidrológico 2011/12 foi um ano extremamente seco e praticamente não se monitorizaram escoamentos em nenhuns dos talhões de erosão.

Da análise aos resultados obtidos através do modelo PESERA comparativamente com os obtidos experimentalmente, verifica-se uma concordância de resultados, o que nos revela uma validação positiva da aplicação do modelo PESERA nesta bacia.

Conclusões

As mobilizações do solo efetuadas antes da instalação das culturas de Inverno, geralmente concordantes com o início das chuvas, dão origem a uma menor proteção do solo e a uma maior disponibilidade das partículas do solo para serem arrastadas por escoamento superficial, o que permite explicar os resultados mais elevados obtidos nas áreas com maior risco de erosão.

O sistema de montado e o olival podendo também ser sujeitos a agricultura e pastoreio, em regime extensivo, são reconhecidamente sistemas que conferem grande proteção ao solo contra a erosão, dado que aqueles se encontram revestidos por vegetação, na maior parte do ano. Cerca de 30 % da área da bacia do Enxóé está sujeita a um risco de erosão hídrica, na ordem das 2 t/ha/ano, que corresponde a zonas com culturas anuais.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado no âmbito do projecto EUTROPHOS (PTDC/AGR-AAM/098100/2008) da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT).

Referências

- Martins, J.C., Pires, F.P., Oliveira, A.V. & Horta, C. 2001. Escoamento de água superficial e perda de solo numa pastagem semeada sujeita a diferentes níveis de fertilização, na região do Baixo Alentejo. *Pastagens e Forragens*, 22: 81-89.
- Huber, S., Prokop, G., Arrouays, D., Banko, G., Bispo, A., Jones, R., Kibblewhite, M., Lexer, W., Möller, A., Rickson, J., Shishkov, T., Stephens, M., Van den Akker, J., Varallyay, G. & Verheijen, F., 2007. Indicators and Criteria report. ENVASSO Project (Contract 022713) coordinated by Cranfield University, UK, for Scientific Support to Policy, European Commission 6th Framework Research Programme, 339 p.
- Irvine, B. , Kosmas, C. 2003. PESERA User's Manual. PESERA Technical Report Deliverable 15, European Commission funded fifth framework project - contract QLK5-CT- 1999-01323, 34 p.
- Kirkby, M.J., Jones, R.J.A., Irvine, B., Gobin, A, Govers, G., Cerdan, O., Van Rompaey, A.J.J., Le Bissonnais, Y., Daroussin, J., King, D., Montanarella, L., Grimm, M., Vieillefont, V., Puigdefabregas, J., Boer, M., Kosmas, C., Yassoglou, N., Tsara, M., Mantel, S., Van Lynden, G.J. & Huting, J., 2004. Pan-European Soil Erosion Risk Assessment: The PESERA Map, Version 1 October 2003. Explanation of Special Publication Ispra 2004 No.73 (S.P.I.04.73). European Soil Bureau Research Report No.16, EUR 21176, 18pp. and 1 map in ISO B1 format. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 30 p.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weessies, G.A., McCool, D.K. & Yoder, D.C., 1997. Predicting Soil Erosion by Water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook, 703 p.

Ramos, T. B., Gonçalves, M. C., Martins, J. C. & Pires, F. P., 2007. PROPSOLO – Base de dados georreferenciada de propriedades do solo. II Congresso Nacional de Rega e Drenagem, CD-ROM, 26 a 28 de Junho, Fundão.

Serviço de Reconhecimento e de Ordenamento Agrário, 1973. Carta de solos de Portugal. Classificação e caracterização dos solos de Portugal. II Volume. Dados analíticos das unidades pedológicas. Boletim de solos nº 16. Secretaria de Estado da Agricultura, Ministérios da Agricultura, pp. 252.

Wischmeier, W. H. & Smith, D. D., 1978. Predicting rainfall erosion losses. USDA Agricultural Research Service, Handbook, 537 p.