



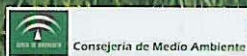
Tendencias Actuales de la Ciencia del Suelo

Editado por
NICOLÁS BELLINFANTE
&
ANTONIO JORDÁN

IICICS2006

II Congreso
Ibérico de la
Ciencia
del Suelo

II Congresso
Ibérico da
Ciência
do Solo



ISBN 978-84-690-4129-1

Comparação das perdas de solo por erosão estimadas usando o modelo WEPP com as medidas num povoamento florestal em fase de instalação

C. NOGUEIRA ^{1*}, T. DE FIGUEIREDO ¹, F. FONSECA ¹, A.
GUERRA ¹ & A. MARTINS ²

¹ Escola Superior Agrária de Bragança, Apartado 1172, 5301-855 Bragança (Portugal)

* Projecto AGRO, nº156, Medida 8, Acção 8.1.

² Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013,5001-911 Vila Real (Portugal).

Resumo

O presente trabalho tem como objectivo comparar os valores de perda de solo estimados através do modelo WEPP, com os medidos nos anos 2003 e 2004, em parcelas com a área de aproximadamente 14 m², colocadas num povoamento florestal misto de *Pseudotsuga mensiezii* e *Castanea sativa* em fase de instalação.

O WEPP (*Water Erosion Prediction Project*), desenvolvido pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, representa uma tecnologia de previsão de erosão, baseada em princípios fundamentais tais como: geração estocástica do clima, teoria de infiltração, hidrologia, física do solo, desenvolvimento vegetativo, hidráulica e mecanismos de erosão. As vantagens mais notáveis do modelo incluem a capacidade de estimar a distribuição da perda de solo, espacial e temporalmente, permitindo a sua extrapolação para diferentes condições, que seriam inviáveis, a nível prático e económico, recorrendo a trabalho de campo (Flanagan *et al.*, 1995).

Os resultados mostram que o modelo não representa com fiabilidade as condições experimentais, sendo pertinente a sua calibração para as condições dos povoamentos florestais em fase de instalação.

Abstract

This work aims at comparing soil loss estimated by WEPP model, with field data obtained in 2003 and 2004, in plots with 14 m², installed in a mixed stand of *Pseudotsuga mensiezii* and *Castanea sativa*.

The WEPP (*Water Erosion Prediction Project*), developed by the United States Department of Agriculture, represents a new water erosion prediction technology,

based on fundamentals like: stochastic weather generation, infiltration theory, hydrology, soil physics, plant science, hydraulics, and erosion mechanics. The major advantages of this model include capabilities for estimating spatial and temporal distributions of soil loss that can be extrapolated to a broad range of conditions, which could not be practically or economically tested in the field (Flanagan *et al.*, 1995).

The results show this model cannot adequately represent the experimental conditions, and so it is clearly necessary to calibrate the model for the initial stages of young forest stands.

Introdução

O WEPP é um modelo de base física, sendo dos únicos actualmente disponíveis de simulação contínua e que possui associada uma base de dados muito completa (Tomás, 1997).

O modelo pode ser aplicado a encostas ou a bacias hidrográficas (Flanagan & Livingston, 1995), simulando os processos de infiltração, escoamento superficial, desenvolvimento vegetativo, decomposição de resíduos, hidráulica de escoamento, práticas culturais/maneio, consolidação do solo e mecanismos de erosão. O modelo efectua a simulação diariamente e caso ocorra precipitação, poderá prever a existência ou ausência de escoamento. Quando prevê escoamento, o modelo determina a erosão específica, deposição, produção de sedimentos e o enriquecimento dos sedimentos (Tomás, 1997).

Quando aplicado à encosta divide-se em nove componentes principais: clima; processos de inverno; irrigação; hidrologia; solo; desenvolvimento vegetativo; decomposição de resíduos; hidráulica de escoamento superficial e erosão, tendo como sub-componentes: precipitação; radiação solar; temperatura; ponto de orvalho e vento; infiltração e balanço hídrico; parâmetros hidrológicos de destacamento; modelos de crescimento e de gestão; solo cultivado e não cultivado; resistência, densidade e textura superficial dos sulcos; produção de sedimentos em espaços intersulcos e erosão nos sulcos.

O WEPP aplicado à encosta requer para o seu funcionamento no mínimo quatro ficheiros de entrada de dados: **clima, topografia, solo e cobertura/maneio**.

A sua aplicação a bacias hidrográficas requer outros componentes: canal (hidrologia e sedimentologia) e zonas de encharcamento (hidráulica e sedimentação) (Coutinho & Antunes, 2002).

Material e métodos

O ensaio experimental, situa-se em Lamas de Podence, concelho de Macedo de Cavaleiros, NE de Portugal (41°35'N, 6°57'W), com altitudes entre os 660 m e 701 m. A temperatura média anual é de 12°C e precipitação média anual é de 800 mm, com clima tipicamente mediterrâneo (Agroconsultores e Coba, 1991). Compreende talhões de 375 m², sujeitos a diferentes técnicas de preparação do terreno, dispostos aleatoriamente em três blocos, representando situações topográficas distintas (Bloco

I – planalto; Bloco II - encosta de declive acentuado e Bloco III - encosta de declive moderado), onde foi instalado em 2002 um povoamento florestal misto de *Pseudotsuga mensiezii* e *Castanea sativa*.

Nos talhões em que a técnica de preparação do terreno usada foi ripagem contínua seguida de lavoura contínua segundo o maior declive (um por bloco), foram estabelecidas duas parcelas com 1 m de largura e ≈14 m de comprimento, delimitadas por uma peça em metal especialmente desenhada para o efeito, sendo a orientação da parcela em comprimento coincidente com a orientação do escoamento, com o objectivo de concentrar água e sedimento na frente da parcela. Ligados a esta frente, bidões de 20 L recolheram a água de escoamento e o sedimento transportado, após cada evento de precipitação nos anos de 2003 e 2004. As operações realizadas na recolha, após cada evento, compreenderam a retirada do bidão e a sua substituição por um vazio e limpo e a recolha de todo o sedimento acumulado na frente da parcela. Posteriormente, em laboratório, foram avaliadas as perdas de solo e de escoamento, de acordo com os seguintes procedimentos: a) medição do volume de água existente no bidão; b) recolha de uma amostra homogénea de 100 mL desta água, colocada numa estufa a 105°C de forma a determinar por pesagem o sedimento existente na água de escoamento; c) colocação do sedimento retirado da frente da parcela numa estufa a 105° durante 48 horas e posterior pesagem; d) cálculo das perdas de solo e de escoamento por talhão em cada evento.

Em cada talhão foram abertos perfis onde se recolheram amostras, com vista à caracterização dos solos. Da informação obtida utilizaram-se os dados apresentados no quadro 1 necessários para a aplicação do modelo WEPP.

Quadro 1. Dados dos solos necessários à aplicação do WEPP.

Bloco	Parcela	Perfil	Prof. (cm)	% MO	% VFS	% Argila	CTC (meq/100g)	% Areia	% Elementos grosseiros
I	6	1	0-20	3,7	10,6	12,2	2,99	51,2	38,5
			20-30	2,2	9,4	15,4	3,51	48,8	36,7
			30-50	0,8	5,1	32,3	6,14	46,5	45,4
			50-65	0,4	5	32,2	7,06	39,7	60,0
			70-90	0,4	7,9	26,9	6,86	28,7	53,1
	2	0-15	3,1	8,8	12,7	3,17	51,5	34,4	
		15-25	2,9	8,8	12,4	3,27	51,7	26,4	
		25-40	0,7	9,3	24,8	6,07	41,5	21,3	
		40-55	0,5	5,5	34,6	9,70	33,8	42,3	
		60-80	0,3	5,5	28,2	10,15	35,4	57,1	
II	9	1	0-20	1,6	8,8	9,2	3,68	67,1	52,7
			25-50	0,2	8,3	8,7	5,25	73,9	75,4
	2	0-20	1,8	8,6	8,3	3,19	67,8	45,8	
		25-50	0,7	11,8	8,6	4,12	62,4	75,0	
III	18	1	0-15	1,4	12,4	11,8	2,77	57,2	41,9
			15-25	0,9	7,9	14,7	2,57	61	53,3
			25-50	0,6	11,6	16,5	3,69	61,7	67,1
	2	0-15	1,4	13,5	9,6	2,75	59,7	47,4	
		15-30	1,0	10,7	9,3	2,58	62,2	43,9	
		30-45	0,4	12,8	10,7	2,61	53,9	66	
		45-55	0,5	14,9	8,9	4,07	59,4	72,6	
		60-80	0,2	16,8	7,6	2,42	64,7	62,4	

As parcelas no Bloco I, no Bloco II e Bloco III apresentam os seguintes declives respectivamente: 6,2%; 23,9% e 8,5%.

Para as estimativas com o WEPP, foram introduzidos os ficheiros solo, clima (relativo à estação de Bragança), e as características geométricas das parcelas. Foram estimadas as seguintes variáveis: condutividade efectiva de base (K_b); erodibilidade intersulcos (K_i), erodibilidade nos sulcos (K_r); a tensão crítica de cisalhamento (τ_c), através das seguintes expressões (Flanagan & Livingston, 1995): Solos com % de argila $\leq 40\%$:

$$k_b = -0,265 + 0,0086 \times AREIA^{1,8} + 11,46 \times CTC^{-0,75} \text{ (mm/h)}$$

Solos com 30% ou mais de areia:

$$K_i = 2728000 + 192100 \times VFS \text{ (kg.s.m}^{-4}\text{)}$$

$$K_r = 0,00197 + 0,00030 VFS + 0,03863 \times EXP(-1,84 \times MATÉRIA \text{ ORGÂNICA})$$

(s/m)

$$\tau_c = 2,67 + 0,065 \times ARGILA - 0,058 \times VFS \text{ (Pa)}$$

onde, VFS é a percentagem de areia muito fina. Esta, sendo lote da escala granulométrica americana, foi estimada por interpolação na curva granulométrica desenhada com base nos resultados da análise mecânica dos solos.

As simulações foram realizadas para vários anos (de 1 a 10 anos) de forma a obter um maior leque de valores estimados, uma vez que o modelo mantendo as condições a simular gera apenas um resultado por período de simulação. O valor considerado como médio anual da cobertura vegetal herbácea existente nas parcelas foi de 28%.

Resultados

A relação entre os valores de perda de sedimento média anual observada no ensaio e os valores estimados foi de 0,200; a relação entre os valores de escoamento médio anual observado no ensaio e os valores estimados foi de 0,156 (quadro 2).

Quadro 1. Valores médios para o ensaio.

Perda de sedimento média observada (A) (kg/m ²)	Perda de sedimento média estimada (B) (kg/m ²)	Escoamento observado (C) (mm)	Escoamento o estimado (D) (mm)	A/B	C/D
0,014	0,069	4,030	25,849	0,20	0,156

A relação entre os valores médios anuais de perda de solo medidos e os valores estimados: no Bloco I foi de 0,949, apresentando como valores mínimo e máximo 0,132 e 2,546 respectivamente; no Bloco II foi de 0,033, variando entre 0,016 e

0,048 e no Bloco III foi de 0,089, compreendendo os valores de 0,0056 a 0,21 (quadro 3).

Quadro 3. Relação média global por bloco para a perda de sedimento.

Bloco	Perda de sedimento média observada/ estimada	Mínimo	Máximo
I	0,949	0,132	2,546
II	0,033	0,016	0,048
III	0,089	0,006	0,206

A relação entre os valores de escoamento médios anuais observados e os estimados foi no Bloco I de 0,556 variando de 0,228 a 0,860; no Bloco II foi de 0,035 tendo como mínimo 0,017 e máximo 0,049 e no Bloco III foi de 0,033 variando de 0,007 a 0,065, nesta relação nunca se verificou nenhum valor superior a 1 (quadro 4).

Quadro 4. Relação média global por bloco para o escoamento

Bloco	Escoamento observado/ estimado	Mínimo	Máximo
I	0,556	0,228	0,860
II	0,035	0,017	0,049
III	0,033	0,007	0,065

As diferenças observadas entre blocos podem dever-se às características do solo, assim como às características geométricas das parcelas. Verifica-se que os valores observados de escoamento anual são inferiores aos valores estimados em diferentes períodos de simulação, sendo esta diferença, de uma forma geral, menor quando aumenta o período de simulação.

Conclusões

Os resultados mostram que o modelo não representa com fiabilidade as condições experimentais, sendo pertinente a sua calibração para as condições dos povoamentos florestais em fase de instalação.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Projecto AGRO N.º 156 (Medida 8, Acção 8.1), o suporte financeiro que possibilitou a realização deste trabalho.

Referências

- Agroconsultores e Coba. (1991). Carta dos Solos, Carta do Uso Actual da Terra e Carta de Aptidão da Terra do Nordeste de Portugal. UTAD/PDRITM. Vila Real.
- Coutinho, M.A. & Antunes, S.V. (2002). Novas tecnologias de modelação e previsão da erosão. Modelo WEPP (Water Erosion Prediction Project). Revista de Ciências Agrárias, Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo, vol. XXV:457-473.
- Flanagan, D.C., Livingston, S. ,J. (eds.) (1995). USDA Water Erosion Prediction Project. WEPP User Summary. NSERL Report nº11. National Soil Erosion Laboratory. West Lafayette, Indiana.
- Flanagan, D.C., Ascough II, J.C., Nicks, A.D., Nearing, M.A. & Laflen, J.M. (1995). Overview of the WEPP erosion prediction model. En: Flanagan, D.C. & Nearing, M.A. (eds). Hillslope Profile and Watershed Model. West Lafayette, Indiana.
- Tomás, P.M.P.P. (1997). Modelos de Previsão da Erosão Hídrica em solos agrícolas. Tese submetida para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico. Lisboa.