



## Aplicação do modelo de predição geoespacial da erosão GeoWEPP na sub-bacia do horto florestal Terra Dura<sup>(1)</sup>.

**Bárbara Pereira Christofaro Silva**<sup>(2)</sup>; **Marx Leandro Naves Silva**<sup>(3)</sup>; **Pedro Velloso Gomes Batista**<sup>(4)</sup>; **Lucas Machado Pontes**<sup>(4)</sup>; **Diego Alves Faustolo Bispo**<sup>(4)</sup>; **Nilton Curi**<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do CNPq

<sup>(2)</sup> Doutoranda em Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras (UFLA); Lavras, MG; [barbarapcsilva@yahoo.com.br](mailto:barbarapcsilva@yahoo.com.br).

<sup>(3)</sup> Professores do Departamento de Ciência do Solo; UFLA; <sup>(4)</sup> Estudantes de pós-graduação em Ciência do Solo; UFLA.

**RESUMO:** Tem-se observado um interesse crescente no desenvolvimento de modelos de predição da erosão com base física, como o Water Erosion Prediction Project (WEPP), no entanto, ainda são poucas as aplicações no Brasil. Objetivou-se espacializar as perdas de solo na sub-bacia do horto florestal Terra Dura utilizando o modelo GeoWEPP. Os arquivos de entrada de dados para os componentes solo, clima, e uso e manejo do solo foram gerados no WEPP e os dados topográficos parametrizados pelo TOPAZ baseados no MDE. Para espacialização do modelo foi utilizado o software GeoWEPP versão 2008.2. A perda de solo média estimada na sub-bacia foi de 1,42 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. As perdas de solo foram maiores no solo descoberto, seguido da floresta de eucalipto mais jovem, floresta de eucalipto mais antiga, e floresta nativa. As perdas de solo estimadas foram maiores que a tolerância admitida em apenas 2,2% da bacia. Analisando o mapa de perdas de solo espacializado, é possível identificar os locais mais críticos, que devem ser priorizados na adoção de práticas conservacionistas.

**Termos de indexação:** Modelagem da erosão; WEPP; perdas de solo.

### INTRODUÇÃO

Tem-se observado um interesse crescente no entendimento do processo físico da erosão hídrica do solo e no desenvolvimento de modelos de predição da erosão com base física, como o modelo WEPP, visando reduzir a necessidade de extensos experimentos de campo e calibrações e facilitando a obtenção dos parâmetros de entrada para serem aplicadas a um novo estado (Amorim, 1999; Sparovek et al., 2001).

O modelo de predição geoespacial da erosão GeoWEPP, desenvolvido pelo Agriculture Research Service, Purdue University e o National Soil Erosion Research Laboratory (USDA), permite integrar características avançadas do Sistemas de Informações Geográficas (SIG) com o modelo WEPP, possibilitando a espacialização das perdas

de solo em escala de bacia hidrográfica (Yuksel et al., 2008).

Como o modelo WEPP foi desenvolvido e seus parâmetros ajustados para condições de clima temperado, torna-se importante a verificação da aplicabilidade destes modelos para condições tropicais (Amorim et al., 2010).

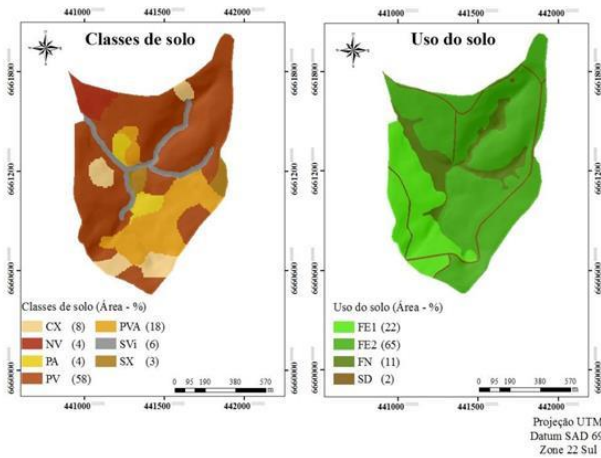
No Brasil, poucos estudos têm sido realizados para avaliação de perdas de solo com o modelo WEPP e, com relação à interface GeoWEPP, não foram encontradas publicações em periódicos científicos referentes a aplicação do mesmo no Brasil

Objetivou-se com esse trabalho estimar as perdas de solo de modo espacializado para sub-bacia do horto florestal Terra Dura, utilizando o modelo GeoWEPP.

### MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende a sub-bacia hidrográfica do horto florestal Terra Dura, localizada no município de Eldorado do Sul – RS, com uma área de 101,9 ha.

As classes de solo presentes na sub-bacia foram identificadas por Costa et al. (2009) (**Figura 1**).



PV= Argissolo Vermelho distrófico típico, PVA= Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, CX= Cambissolo Háplico Tb distrófico típico, PA= Argissolo Amarelo distrófico típico, NV= Nitossolo Vermelho distrófico típico, SX= Planossolo Háplico eutrófico gleissólico, SVi= solos de várzeas indiscriminados. FE1: Floresta de eucalipto plantada em 2004, FE2: Floresta de eucalipto plantada em 2001, FN: Floresta nativa, SD: Solo descoberto. Mapa de solo adaptado de Costa et al. (2009).

**Figura 1** - Classes de solo e uso na sub-bacia do horto florestal Terra Dura, município de Eldorado do Sul, RS.

Na sub-bacia, o uso do solo predominante é o cultivo de florestas de eucalipto plantadas em nível, com espaçamento 3 x 3 m e com manutenção de resíduos de colheita. Compreende florestas implantadas em 2004 (FE1) e 2001 (FE2), além de floresta nativa (FN) e estradas (SD) (**Figura 1**).

A realização de simulações com o modelo GeoWEPP necessita da elaboração de arquivos de entrada de dados para os componentes de solo, clima, topográfico e uso e manejo do solo.

**Componente solo:** Para as principais classes de solo ocorrentes na sub-bacia, PV, PVA e CX, foram inseridas informações referentes à granulometria, capacidade de troca de cátions (CTC) e teor de matéria orgânica (M.O.) de cada horizonte, extraídas de Menezes (2011). A condutividade hidráulica ( $K_s$ ) das principais classes foi medida em campo utilizando o permeâmetro de Guelph (Reynolds et al., 1992). A erodibilidade entressulcos ( $K_i$ ), em sulcos ( $K_r$ ) e a tensão crítica de cisalhamento ( $\tau_c$ ) foram estimadas por meio de equações propostas pelo modelo WEPP (Alberts et al., 1995) (**Tabela 1**).

**Tabela 1** - Parâmetros de entrada do componente solo do modelo WEPP.

Classe	$K_s$	$K_i$	$K_r$	$\tau_c$
	mm h <sup>-1</sup>	kg s m <sup>-4</sup>	s m <sup>-1</sup>	Pa
PV	50	3,47 x 10 <sup>6</sup>	0,0032	5,04
PVA	21	3,50 x 10 <sup>6</sup>	0,0044	3,24
CX	10	3,98 x 10 <sup>6</sup>	0,0040	4,17

PV = Argissolo Vermelho; PVA = Argissolo Vermelho Amarelo; CX = Cambissolo.

Para as demais classes da sub-bacia, as informações de granulometria, CTC e M.O. dos horizontes superficiais foram extraídas de Costa et al. (2009) e os valores de  $K_s$ ,  $K_i$ ,  $K_r$  e  $\tau_c$  foram determinados pelo próprio software.

**Componente clima:** A construção do arquivo clima foi realizada com o auxílio do gerador climático CLIGEN, versão 5.3. Foram utilizados dados climáticos referentes ao período de 2007 a 2012, obtidos da estação climatológica localizada na própria sub-bacia.

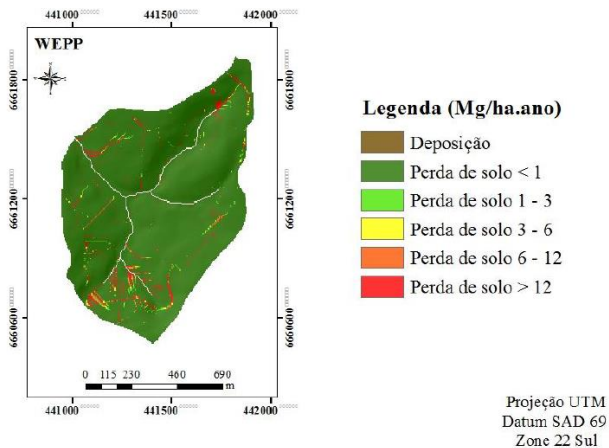
**Parâmetros topográficos das vertentes:** A partir do modelo digital de elevação (MDE) da sub-bacia, os perfis das encostas foram gerados com uso da ferramenta TOPAZ, integrada a interface GeoWEPP, que parametriza os dados de topografia, baseados no MDE.

**Parâmetros de uso e manejo do solo:** O arquivo de uso e manejo do solo foi montado com base em informações disponíveis na base interna de dados do modelo WEPP e em informações locais disponíveis para cada condição.

A partir dos mapas de solo e de uso da sub-bacia do horto florestal Terra Dura, cada classe e uso do solo foi associada a um arquivo de solo e um arquivo de uso, os dados topográficos foram gerados pelo TOPAZ, a partir do MDE, e as perdas de solo foram estimadas na interface GeoWEPP, utilizando o método do caminho de fluxo, que se concentra em cada trajeto do escoamento superficial dentro da sub-bacia. A cada seção do caminho de fluxo são atribuídos a classe de solo e o uso do solo, e, associado ao arquivo de clima gerado para a sub-bacia, as perdas de solo são geradas em grids e em arquivos de texto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espacialização das perdas de solo na sub-bacia do horto florestal Terra Dura, no período de 2007 a 2012, utilizando o modelo GeoWEPP, é apresentada na **figura 2**.



**Figura 2** - Espacialização das perdas de solo na sub-bacia do horto florestal Terra Dura.

A maior parte da sub-bacia (93,2%), apresenta perda de solo menor que um  $\text{Mg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ . A cobertura vegetal predominante na área (florestas plantadas e nativas) proporciona uma boa cobertura vegetal, o que contribui para os baixos valores de perdas de solo (**Tabela 2**).

O modelo estimou deposição em 3,08% da área da sub-bacia, resultado esse que difere de Oliveira (2011), que estimou deposição em 30% da sub-bacia do horto florestal Terra Dura, trabalhando com a USLE ( $LS_{USPED}$ ).

A perda de solo média na sub-bacia foi de  $1,42 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ . A presença de locais com altos valores de perdas, como em SD (**Tabela 2**) e locais de relevo acidentados, contribuem para o aumento da média das perdas de solo estimadas.

**Tabela 2** - Valores médios anuais de perdas de solo estimados pelo WEPP, para os diferentes usos do solo.

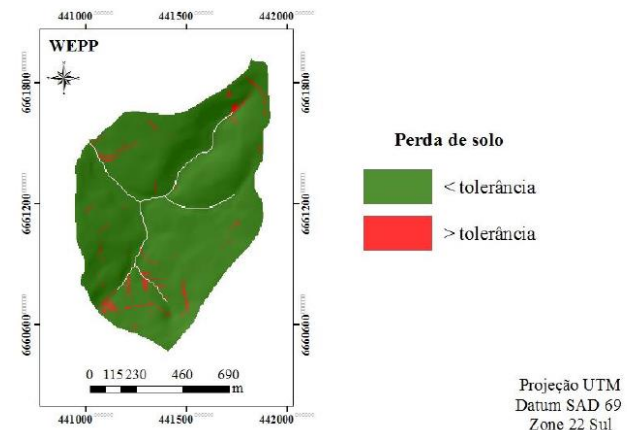
Perda de solo média ( $\text{Mg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ )			
FE1	FE2	SD	FN
1,6	0,7	14,9	0,6

As perdas de solo médias estimadas por uso apresentaram a seguinte sequência  $SD > FE1 > FE2 > FN$  (**Tabela 2**). Fato este que evidencia, conforme esperado, a maior propensão à erosão do solo exposto e a maior sustentabilidade, em relação

à erosão hídrica, da floresta nativa – referencial de sistema em equilíbrio.

As menores perdas médias estimadas para a FE2 em relação à FE1 refletem o estágio mais avançado desse sistema, demonstrando a redução das perdas de solo com o avanço da idade, corroborando estudos realizados por Lima (1988), Martins et al., (2003), Martins et al. (2010) e Silva et al. (2011). Além da diferença de idade, observações de campo realizadas na área por Oliveira (2011) constataram que o dossel do híbrido *Eucalyptus saligna*, utilizado no plantio de FE1, mostrou-se mais fechado do que o dossel dos híbridos de *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus maidenii* e *Eucalyptus globulus*, utilizados em FE2. Tal fator proporcionou um maior crescimento do sub-bosque em FE2 e, conseqüentemente, maior proteção ao solo.

Na **figura 3** encontra-se a espacialização das perdas de solo em função da tolerância admitida para cada classe de solo, extraída de Oliveira (2011).



**Figura 3** - Perdas de solo em função da tolerância admitida para cada classe de solo na sub-bacia do horto florestal Terra Dura.

As perdas de solo estimadas pelo GeoWEPP encontram-se acima da tolerância admitida em somente 2,2% da área da sub-bacia.

O modelo aponta que 25,8 % da área ocupada por estradas (SD) apresenta perdas de solo acima da tolerância, além de 2,5% da área ocupada com FE1 e 1,5% da área ocupada com FE2.

É possível perceber na **figura 3**, a presença de pontos com perdas acima da tolerância, além das estradas, nas cabeceiras da rede drenagem da sub-bacia.

Oliveira (2011) em um trabalho com a USLE, utilizando o fator  $LS_{USPED}$ , na mesma sub-bacia do presente estudo, também observou a necessidade do controle da erosão hídrica em cabeceiras de drenagem. Segundo a autora, as cabeceiras do



curso de água são uma zona de convergência dos fluxos superficial e subterrâneo, o que possibilita uma interação sinérgica favorável ao processo de sulcamento na vertente.

Com a espacialização das perdas de solo é possível identificar os locais mais críticos, no tocante a erosão hídrica, a fim de planejar/priorizar a adoção de práticas conservacionistas com o objetivo de reduzir a erosão e suas consequências.

### CONCLUSÕES

A perda de solo média anual estimada pelo WEPP na sub-bacia do horto florestal Terra Dura é de 1,42 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

A perda de solo por erosão hídrica segue a seguinte sequência: SD > FE1 > FE2 > FN.

As perdas de solo estimadas pelo modelo WEPP são maiores que a tolerância admitida em apenas 2,2% da bacia, locais esses que devem ser priorizados na adoção de práticas conservacionistas.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos o suporte financeiro e bolsas concedidas pelas instituições FAPEMIG, CNPq, CAPES, e a CMPC Celulose Rio Grandense.

### REFERÊNCIAS

ALBERTS, E. E.; NEARING, M. A.; WELTZ, M. A.; RISSE, L. M.; PIERSON, F. B.; ZHANG, X. C.; LAFLEN, J. M. & SIMANTON, J. R. Soil component. In: FLANAGAN, D. C.; NEARING, M. A., ed. Water Erosion Prediction Project - WEPP. West Lafayette:USDA, 1995. p.1-47. (Report, 10).

AMORIM, R. S. S.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F. & MATOS, A. T. Avaliação do desempenho dos modelos de predição da erosão hídrica USLE, RUSLE e WEPP para diferentes condições edafoclimáticas do Brasil. Eng. Agríc., 30:1046-1049, 2010.

AMORIM, R. S. S. Desprendimento e arraste de partículas de solo decorrentes de chuvas simuladas. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1999 (Dissertação de Mestrado).

COSTA, A. M.; CURTI, N.; MENEZES, M. D.; ARAÚJO, E. F. & MARQUES, J. J. Levantamento detalhado de solos

da microbacia hidrográfica do horto florestal Terra Dura (RS) e considerações sobre escalas de mapeamento. Ciênc. Agrotec., 33:1272-1279, 2009.

LIMA, W. P. Escoamento superficial, perdas de solo e de nutriente em microparcelas reflorestadas com eucalipto em solos arenosos no município de São Simão, SP. IPEF, 38:5-16, 1988.

MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; AVANZI, J. C.; CURTI, N. & FONSECA, S. Fator cobertura e manejo do solo e perdas de solo e água em cultivo de eucalipto e em Mata Atlântica nos Tabuleiros Costeiros do estado do Espírito Santo. Sci. For., 38:517-526, 2010.

MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; FERREIRA, M. M.; FONSECA, S. & MARQUES, J. J. G. S. M. Perdas de solo e água por erosão hídrica em sistemas florestais na Região de Aracruz, ES. R. Bras. Ci. Solo, 27:395-403, 2003.

MENEZES, M. D. Levantamento pedológico de hortos florestais e mapeamento digital de atributos físicos do solo para estudos hidrológicos. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2011. (Tese de Doutorado).

OLIVEIRA, A. H. Erosão hídrica e seus componentes na sub-bacia hidrográfica do Horto Florestal Terra Dura, Eldorado do Sul, RS. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2011. (Tese de Doutorado).

REYNOLDS, W. D.; VIEIRA, S. R. & TOPP, G. C. An assessment of the single-head analyses for the constant head well permeameter. Can. J. Soil Sci, 72:489-501, 1992.

SILVA, M. A.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; AVANZI, J. C. & LEITE, F. P. Sistemas de manejo em plantios florestais de eucalipto e perdas de solo e água na região do Vale do Rio Doce, MG. Ciênc. Florest., 21:765-776, 2011.

SPAROVEK, G.; VAN LIER, Q. J.; RANIERI, S. B. L.; DEMARIA, I. C. & FLANAGAN, D. C. Application of a database interface (EDI) for erosion prediction in Brazil. R. Bras. Agrocomputação, 1:5-12, 2001.

YUKSEL, A.; AKAY, A. E.; GUNDOGAN, R.; REIS, M. & CETINER, M. Application of GeoWEPP for determining sediment yield and runoff in the Orcan Creek watershed in Kahramanmaras, Turkey. Sensors, 8:1222-1236, 2008.