

# QUANTIFICAÇÃO DO ESCORRIMENTO SUPERFICIAL E DA EROSÃO HÍDRICA EM ESTRADA RURAL COM O USO DE MODELO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO

Ricardo Tezini Minoti<sup>[1]</sup>, Fernando das Graças Braga da Silva<sup>[2]</sup>,  
Antonio Angelotti Netto<sup>[3]</sup>, Odo Primavesi<sup>[4]</sup>, Silvio Crestana<sup>[5]</sup>

## INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

As más condições de drenagem e conservação e a falta de revestimento primário das estradas rurais são apontadas como fatores de agravamento dos problemas de erosão do solo agrícola e de carreamento de materiais para as lavouras ou para os leitos dos rios, podendo interferir na produção de alimentos e alterar a qualidade ambiental.

De acordo com dados do CODASP (2004), 50% das terras agricultáveis do Estado de São Paulo estão em processo crescente de erosão devido às práticas predatórias e a falta de critério na abertura de estradas rurais, as quais levam toda a água e provocam o assoreamento de rios.

Partindo-se dessas premissas, a determinação de parâmetros hidrológicos e previsão da quantidade de sedimentos transportada em estradas rurais é de fundamental importância para a conservação do solo, controle da perda de sedimentos e água, gerando informações importantes para o planejamento e para o processo de tomada de decisão.

Segundo Ranieri (2000), devido à grande complexidade das interações entre os diferentes fatores condicionantes à erosão, sua avaliação de forma quantitativa, com a utilização de modelos matemáticos, e com precisão ainda é um processo difícil mas deve ser a abordagem preferencial dos estudos de previsão de impactos ambientais e no direcionamento do planejamento agrícola.

O WEPP (Water Erosion Prediction Project) consiste em um pacote de programas computacionais de predição da erosão desenvolvido por instituições e órgãos governamentais norte-americanos. É um modelo dinâmico, simula processos que ocorrem em uma determinada área em função do estado atual do solo, cobertura vegetal, resíduos culturais e umidade. O modelo de erosão do WEPP é um conjunto de elementos computacionais de simulação contínua que prediz a perda de solo devido ao escoamentos superficial e concentrado. O componente climático do WEPP (Cligen) utiliza um gerador de informações climáticas diárias.

O presente estudo teve como objetivo quantificar o escoamento superficial e a erosão do solo em uma estrada rural localizada no Município de São Carlos/SP e avaliar diferentes cenários em função de diferentes períodos de simulação. Para esse fim utilizou-se o modelo hidrossedimentológico WEPP.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área em estudo compreende um trecho de estrada rural (rampa) localizada no interior da Fazenda Canchim (São Carlos/SP), na qual está localizada a EMBRAPA Pecuária

Sudeste.

Para a obtenção de dados topográficos e coordenadas geográficas foram utilizados teodolito (Fig. 1) e GPS (Global Positioning System).



Figura 1: Fotos do trecho de estrada rural (rampa) em estudo e da utilização de teodolito.

Para a quantificação do escoamento superficial e das cargas de sedimentos utilizou-se o modelo hidrossedimentológico WEPP.

Os dados de entrada do modelo, referentes aos solos e dados de clima da região em estudo foram obtidos em campo ou através dos estudos de Primavesi et al. (1999) e Primavesi et al. (2002). Outros dados climáticos utilizados, referentes à Estação Climática da EMBRAPA Pecuária Sudeste (21°57'42" lat. S, 47°50'28" long. W, 860m de altitude), foram obtidos diretamente no site dessa Unidade de Pesquisa.

Os dados de solo utilizados relacionaram-se à análise granulométrica, condutividade elétrica, capacidade de troca de cátions e ao conteúdo de matéria orgânica.

Os dados climáticos utilizados foram: precipitação pluvial, umidade relativa do ar, temperatura ambiente (máx., mín., méd.), radiação solar.

Em relação ao manejo do solo, optou-se por utilizar os dados do próprio modelo tendo em vista que eram referentes a solo exposto (solo sem cobertura), não gerando conflitos em relação às diferenças nas formas de manejo de solo, brasileira e norte-americana.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do modelo foi realizada em uma parcela de erosão de 578 m<sup>2</sup>, compreendendo uma rampa de 57,8 m de comprimento e 10 m de largura. Os dados referentes às medições utilizando-se o GPS para a rampa foram os seguintes: ponto superior 21°,95737 lat. S, 47°,84027 long. W, 807 m de altitude e ponto inferior 21°,95762 lat. S, 47°,83993 long. W, 801 m de altitude. A declividade da rampa foi de 9%. Os resultados obtidos com a simulação do escoamento superficial e da perda de solo podem ser visualizados na Tabela 1. Na Figura 2 pode-se observar os dados da Tabela 1 plotados em gráfico (a) e uma imagem da diferença no perfil do solo após um ano de simulação de processo erosivo (b).

Tabela 1: Resultados obtidos com simulação – Modelo WEPP

| Tempo de Simulação (anos) | Precipitação Média Anual (mm) | Escoamento Médio Anual (mm) | Perda Média de Solo Anual (kg/m <sup>2</sup> ) | Carga Média de Sedimento Anual (t/ha) |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--|---------------------------------------|
| 1                         | 1281                          | 769                         | 47,8   | 479                                   |

|    |      |     |      |     |
|----|------|-----|------|-----|
| 3  | 1215 | 704 | 23,3 | 233 |
| 5  | 1266 | 767 | 19,4 | 194 |
| 7  | 1296 | 778 | 17,7 | 177 |
| 10 | 1253 | 742 | 15,6 | 156 |
| 13 | 1259 | 745 | 14,9 | 149 |
| 15 | 1235 | 727 | 14,2 | 143 |

Constatou-se que a carga média anual de sedimento tende a diminuir a medida em que o tempo das simulações aumenta. Esses resultados podem estar relacionados, em parte, a uma possível simplificação do componente de erosão do solo do modelo WEPP, tendo em vista que o processo erosivo tende a aumentar no decorrer dos anos, iniciando-se com erosão laminar, em seguida erosão em sulcos até a formação de voçorocas, gerando, na realidade, um aumento das cargas de materiais erodidos.

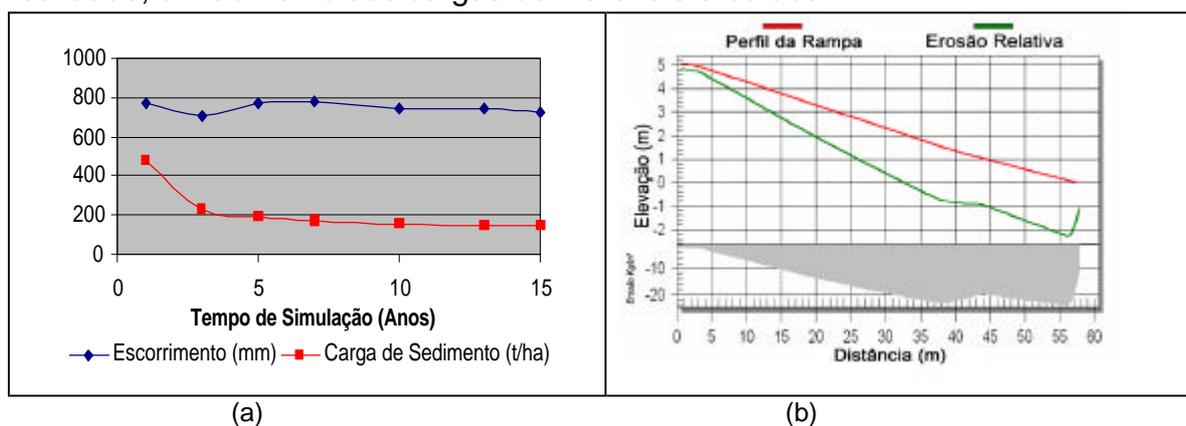


Figura 2: (a) Escorrimento superficial e Carga de Sedimento, (b) Diferenças no perfil de solo após um ano de simulação do processo erosivo.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho evidenciaram o efeito pronunciado do solo descoberto na produção do escoamento superficial e dos processos erosivos. Todas as simulações indicaram valores elevados tendo em vista que o fluxo de escoamento superficial e as cargas de sedimentos podem atingir áreas de produção agrícola e corpos aquáticos.

Algumas práticas mecânicas (terraceamento com dispositivos armazenadores de água e adequação das estradas visando diminuir a velocidade de deflúvio) são indicadas para as estradas rurais da região em estudo, sobretudo aos locais que apresentem condições edafoclimáticas similares. A diminuição das cargas médias anuais de sedimentos, em função do aumento do tempo de simulação, requer uma análise mais detalhada do modelo WEPP, a qual deverá ser realizada em trabalhos futuros.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, agência financiadora do Programa PRODOC (Processo 0033/02-2), pelo suporte financeiro às atividades de pesquisa relacionadas a esse trabalho e pela bolsa de fomento ao segundo autor; à coordenação do PPG-SEA e à chefia do SHS/EESC/USP pela infraestrutura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA DE SÃO PAULO – CODASP.  
[www.codasp.sp.gov.br](http://www.codasp.sp.gov.br) (11/05/2004).

EMBRAPA Pecuária Sudeste. [www.cppse.embrapa.br](http://www.cppse.embrapa.br).

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.P.A.; PEDROSO, A.F.; CAMARGO, A.C.; RASSINI, J.B.; ROCHA FILHO, J.; OLIVEIRA, G.P.; CORREA, L.A.; ARMELIN, M.J.A.; VIEIRA, S.R.; DECHEN, S.C.F. Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Canchim. São Carlos, Embrapa Pecuária Sudeste – Boletim de Pesquisa Nº 5. 133p. 1999.

PRIMAVESI, O.; FREITAS, A.R.; PRIMAVESI, A.C.; OLIVEIRA, H.T. Water Quality of the Canchim's Creek Watershed in São Carlos, SP, Brazil, Occupied by Beef and Dairy Cattle Activities. Brazilian Archives of Biology and Technology, v.45, n.2, p.209-217, 2002.

RANIERI, S.B.L. Estimativa da Erosão do Solo em uma Bacia Hidrográfica no Município de Piracicaba (SP) Utilizando os Modelos USLE e WEPP. Piracicaba. 2000. Tese Doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo. 95p.

---

[1] Doutorando – Universidade de São Paulo (USP) – Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental (PPG-SEA) – EMBRAPA Instrumentação Agropecuária (CNPDIA) e-mail: [rminoti@cnpdia.embrapa.br](mailto:rminoti@cnpdia.embrapa.br), Bolsista CAPES.

[2] Professor Colaborador – Programa PRODOC/CAPES – PPG-SEA/EESC/USP-EMBRAPA/CNPDIA.

[3] Doutorando – USP/EESC/PPG-SEA e EMBRAPA/CNPDIA.

[4] Pesquisador da EMBRAPA Pecuária Sudeste (CPPSE), bolsista do CNPq.

[5] Pesquisador da EMBRAPA Instrumentação Agropecuária (CNPDIA) e Professor Colaborador do PPG-SEA/EESC/USP.