

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Informática Agropecuária  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## **II Seminário da Rede AgroHidro**

**Impactos da agricultura e das mudanças  
climáticas nos recursos hídricos**

# **Anais**

Campinas, SP, 25 a 27 de março, 2014

*Maria Fernanda Moura  
Giampaolo Queiroz Pellegrino  
Lineu Neiva Rodrigues*  
editores técnicos

**Embrapa**  
*Brasília, DF*  
2014

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Informática Agropecuária**  
Av. André Tosello, 209 - Barão Geraldo  
Caixa Postal 6041 - 13083-886 - Campinas, SP  
Fone: (19) 3211-5700 - Fax: (19) 3211-5754  
www.embrapa.br  
https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

**Unidade responsável pelo conteúdo e edição**

Embrapa Informática Agropecuária

**Comitê de Publicações da Embrapa Informática Agropecuária**

Presidente: *Silvia Maria Fonseca Silveira Massruhá*

Secretária: *Carla Cristiane Osawa*

Membros: *Adhemar Zerlotini Neto, Stanley Robson de Medeiros Oliveira, Thiago Teixeira Santos, Maria Goretti Gurgel Praxedes, Adriana Farah Gonzalez, Neide Makiko Furukawa, Carla Cristiane Osawa*

Membros suplentes: *Felipe Rodrigues da Silva, José Ruy Porto de Carvalho, Eduardo Delgado Assad, Fábio César da Silva*

Supervisão editorial: *Stanley Robson de Medeiros Oliveira, Neide Makiko Furukawa*

Revisão de texto: *Adriana Farah Gonzalez*

Normalização bibliográfica: *Maria Goretti Gurgel Praxedes*

Editoração eletrônica: *Neide Makiko Furukawa*

Arte capa: *Diana Rosângela Breitenbach*

**1ª edição**

Publicação digitalizada (2014)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Informática Agropecuária

Seminário da Rede AgroHidro (2. : 2014 : Campinas, SP)

Impactos da agricultura e das mudanças climáticas nos recursos hídricos : anais : Campinas, SP, 25 a 27 de março 2014 / Maria Fernanda Moura, Giampaolo Queiroz Pellegrino, Lineu Neiva Rodrigues, editores técnicos. - Brasília, DF : Embrapa, 2014.

192 p. : il. color. ; 15 cm x 22,5 cm.

ISBN 978-85-7035-368-9

1. Modelagem hídrica. 2. Análise de dados. 3. Qualidade da água. 4. Qualidade do solo. 5. Evapotranspiração. I. Moura, Maria Fernanda. II. Pellegrino, Giampaolo Queiroz. III. Rodrigues, Lineu Neiva. IV. Embrapa Informática Agropecuária. V. Título.

CDD 551.48

© Embrapa 2014

## Editores Técnicos

**Maria Fernanda Moura**

Estatística, doutora em Ciências Matemáticas e da Computação  
Pesquisadora da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP  
maria-fernanda.moura@embrapa.br

**Giampaolo Queiroz Pellegrino**

Engenheiro Florestal, doutor em Engenharia Agrícola  
Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP  
giampaolo.pellegrino@embrapa.br

**Lineu Neiva Rodrigues**

Engenheiro Agrícola, doutor em Engenharia Agrícola  
Pesquisador em Irrigação e Recursos Hídricos da Embrapa Cerrados,  
Planaltina, DF  
lineu.rodrigues@embrapa.br

## **Análise comparativa entre estimativa de perda de solos e ocorrências de erosão: estudo de caso na Bacia Hidrográfica do Rio Guapi-Macacu, RJ**

### ***Comparative analysis between estimated soil loss and occurrence of erosion: a case study in Guapi-Macacu watershed, RJ***

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo<sup>1</sup>; Dayse Thompson<sup>2</sup>;  
Friederike Elisa Naegeli de Torres<sup>3</sup>;  
Raoni Naziazeno Mendonça<sup>1</sup>

#### **Resumo**

Neste trabalho são analisados os resultados da aplicação da Equação Universal de Perda de Solos para estimativa da perda de solos por erosão hídrica na Bacia do Rio Guapi-Macacu, RJ, e comparados ao mapeamento de áreas erodidas realizado com informações de imagens aéreas, orbitais e de visitas a campo. Os resultados mostraram que as perdas de solo estimadas apresentam uma relação positiva com os tipos de erosão hídrica do solo, assumindo valores crescentes na medida em que o tipo de erosão evolui de laminar para sulcos, ravinas e voçorocas.

Termos para indexação: erosão dos solos, equação universal de perda de solos, EUPS, tipos de erosão.

#### **Abstract**

*This paper presents soil loss estimation in the watershed of Guapi-Macacu river, RJ, result of applying the Universal Soil Loss Equation, and compares*

---

<sup>1</sup> Embrapa Solos, elaine.fidalgo@embrapa.br, raonito@gmail.com

<sup>2</sup> Instituto Militar de Engenharia, daysethompson20@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade de Liepzig, Alemanha, fnaegeli@gmx.net

them to erosion areas mapped using aerial and orbital images and field information. The estimated soil losses present some relation to the type of erosion, observing increasing values associated to more severe type of erosion, from sheet to rill and gully.

*Index terms: soil erosion, universal soil loss equation, Usls, types of erosion.*

## Introdução

Diferentes formas de erosão hídrica podem ser observadas na paisagem. A erosão laminar, mais dificilmente percebida, é caracterizada pelo escoamento superficial da água que se distribui pelas encostas de forma dispersa, não se concentrando em canais. A erosão linear, também denominada de erosão em sulcos ou em canais, é bastante visível no campo, sendo resultado da concentração de fluxos que se desenvolvem em sulcos. Com a evolução do fluxo linear e alargamento dos sulcos, formam-se as ravinas e, tendo continuidade o processo, estas podem chegar a um estágio avançado de evolução, dando origem às voçorocas.

A perda de solos e os processos erosivos podem ser estudados e simulados mediante a utilização de modelos de predição de erosão e de produção de sedimentos. Vários modelos têm sido desenvolvidos com o objetivo de facilitar a compreensão desses processos. O modelo empírico mais conhecido e utilizado para estimativa de taxas de perda de solo por erosão hídrica é a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), desenvolvida em 1954 em National Runoff and Soil Loss Data Center (Purdue University, USA), e posteriormente revisada por Wischmeier e Smith (1965) citados por Weill e Pires Neto, 2007 e Wischmeier e Smith (1978).

Neste trabalho, os resultados da aplicação da EUPS para estimativa da perda de solos por erosão na Bacia do Rio Guapi-Macacu, RJ, foram comparados ao mapeamento de áreas erodidas realizado com informações de imagens aéreas e orbitais e de visitas a campo, tendo, como objetivo, analisar a relação entre a perda de solo potencial estimada e a ocorrência de diferentes tipos de erosão.

## Material e métodos

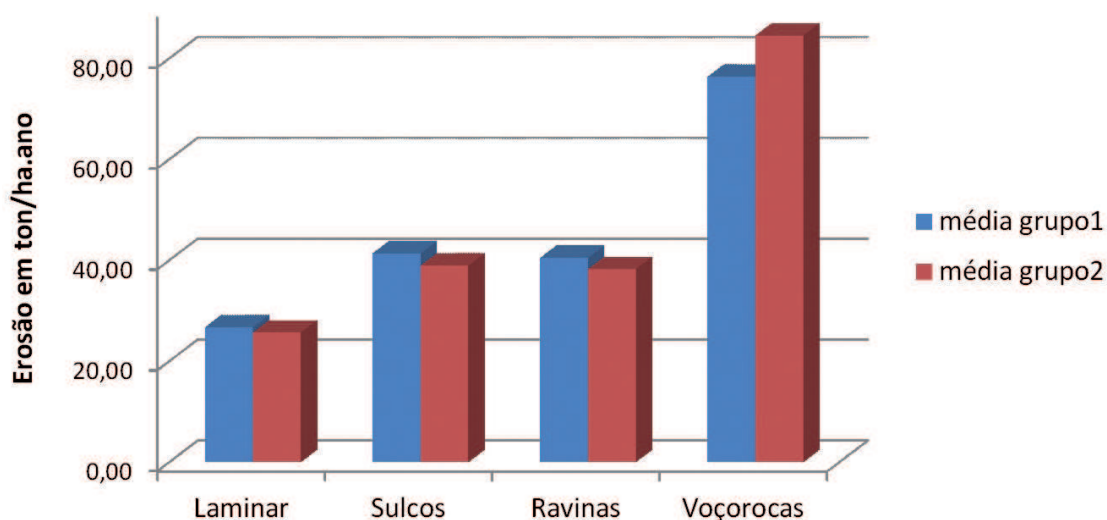
O trabalho foi desenvolvido na Bacia Hidrográfica do Rio Guapi-Macacu (BHRGM), na Baía de Guanabara, com aproximadamente 1.256 km<sup>2</sup>, abrangendo os municípios de Cachoeiras de Macacu e parte dos municípios de Itaboraí e Guapimirim, no Estado do Rio de Janeiro. A BHRGM é caracterizada por um relevo muito diversificado partindo de áreas planas, no nível do mar, até regiões serranas, com declividades acentuadas e altitudes que ultrapassam os 2.000 m.

O método empregado foi desenvolvido em três etapas:

- **Primeira etapa.** A estimativa de perda de solos anual para a área da bacia foi realizada utilizando um módulo do programa InVEST (TALLIS et al., 2012), que emprega a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) para a estimativa da perda de solo anual e sua espacialização. A descrição do método empregado para o desenvolvimento desta etapa foi descrito por Thompson e Fidalgo (2013).
- **Segunda etapa.** O mapeamento das áreas erodidas foi realizado a partir da interpretação visual e delimitação dessas áreas em fotografias aéreas de 2005 e em imagens disponíveis no Google Earth de 2010 e 2012. O mapeamento foi complementado e conferido com informações obtidas em levantamentos de campo realizados em diferentes períodos durante o ano de 2011. Neste levantamento, três diferentes tipos de erosão foram diferenciados visualmente: a) erosão laminar, b) erosão em sulcos (de pequena largura e profundidade), c) erosão em ravinas (aprofundamento dos sulcos, com máximo de 0,5 m de largura e profundidade) e d) voçorocas (de maior largura e profundidade).
- **Terceira etapa.** Os valores estimados de perda de solo foram integrados para cada polígono de área erodida. Considerando que o mapa de perda de solos é um dado em formato *raster*, e que os polígonos de área erodida se sobrepõem a várias células desse *raster*, utilizou-se a ferramenta de estatística zonal presente no programa ArcGIS para o cálculo da média de perda de solos, em ton.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, referentes a cada polígono. As médias de perda de solo considerando cada tipo de erosão (laminar, sulcos, ravinas e voçorocas) foram comparadas duas a duas, empregando o teste *t*. Também foram realizadas duas análises, uma para todos os polígonos mapeados e outra somente para os polígonos confirmados em levantamento de campo.

## Resultados obtidos

Os resultados obtidos baseiam-se em 670 áreas erodidas identificadas em imagens e 575 áreas observadas em campo. Observa-se na Figura 1 que os valores das médias de perda de solos estimadas pela EUPS são menores nas áreas em que ocorre erosão laminar, se elevam nos casos de erosão em sulcos e ravinas, e atingem valores máximos para as voçorocas. O teste *t* mostrou resultados significativos em nível de 5% ao comparar as médias de erosão laminar x erosão em sulcos, erosão laminar x ravinas, erosão laminar x voçorocas, ravinas x voçorocas. Esses resultados do teste *t* se repetiram para os dois grupos de amostras: verificadas em campo e todas as mapeadas.



**Figura 1.** Médias calculadas considerando a análise de dois grupos de amostras: grupo 1: áreas de erosão verificadas em campo; e grupo 2: todas as áreas de erosão mapeadas.

## Considerações finais

Esses resultados mostram que, em geral, as perdas de solo por erosão estimadas através da USLE apresentam uma relação positiva com os tipos de erosão hídrica observados em campo, assumindo valores crescentes na medida em que o tipo de erosão evolui de laminar para sulcos, ravinas e voçorocas. Os resultados não significativos da perda de solos estimada para áreas de erosão em sulcos comparada a áreas de ravinas e de voçorocas podem ser devidos à dificuldade em identificar e delimitar a erosão em sulcos em imagens e em campo, uma vez que muitas vezes ela ocorre associada a outros tipos de erosão. Outras análises serão realizadas visando explorar melhor os dados levantados em campo.

## Referências

WEILL, M. A. M.; PIRES NETO, A. G. P. Erosão e assoreamento. Cap. 04. In: SANTOS, R. F. dos. (Org.). **Vulnerabilidade Ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília, DF: MMA, 2007. 192 p.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning.** Washington D.C: Usda, 1978. (United States Department of Agriculture. Agriculture handbook, 537.)

TALLIS, H.; RICKETTS, T., GUERRY, A.; WOOD, S.; SHARP, R. **InVEST 2.3.0 user's guide: interated valuation of environmental services and tradeoffs.** 2012. Disponível em: <<http://www.naturalcapitalproject.org/InVEST.html>>. Acesso em: 27 nov. 2012.

THOMPSON, D.; FIDALGO, E. C. C. **Vulnerabilidade dos solos à erosão: estimativa da perda de solos na bacia hidrográfica do Rio Guapi-Macacu, RJ.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. (Boletim de Pesquisa, no prelo).