



## ESTIMATIVA DE PERDA DE SOLO POR EROSÃO LAMINAR PARA O MUNICÍPIO DE ICONHA, ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Helena Furtado Pessoa de Mendonça<sup>1</sup>, Ewerton Mattos Paterlini<sup>2</sup>, Felício Santos de Oliveira<sup>3</sup>, Renan Pereira Barbosa<sup>4</sup>, Alexandre Rosa dos Santos<sup>5</sup>

- <sup>1</sup>. Engenheira Florestal, UFV, Mestranda em Ciências Florestais do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro - ES, Brasil. (helenafurtpessoa@gmail.com)
- <sup>2</sup>. Engenheiro Industrial Madeireiro, UFES, Mestrando em Ciências Florestais do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro - ES, Brasil.
- <sup>3</sup>. Engenheiro Florestal, UFV, Mestrando em Ciências Florestais do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro - ES, Brasil.
- <sup>4</sup>. Engenheiro Florestal, UFES, Mestrando em Ciências Florestais do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro - ES, Brasil.
- <sup>5</sup>. Docente do Departamento de Engenharia Rural da UFES, Centro de Ciências Agrárias, Alegre – ES, Brasil.

Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014

### RESUMO

Durante as últimas décadas a preocupação com os processos de perda de solo, principalmente nas áreas de cultivo agrícola, vem aumentando. Esta perda é gerada por parâmetros hidrológicos, topográficos, estruturais mineralógicos e de cobertura vegetal, além de ser causada também pela influência humana. A Equação Universal de Perdas de Solos (EUPS) permite a análise da perda do solo por erosão laminar, além de contextualizar os resultados obtidos em função do uso e ocupação das terras. O presente trabalho teve por objetivo a estimativa de perdas de solo por erosão laminar no município de Iconha, localizada na região Sul do ES, utilizando geotecnologias. O valor médio de perda do solo para o município foi 9,26 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. **PALAVRAS-CHAVE:** erosão, geotecnologias, modelagem ambiental.

### ESTIMATION OF SOIL LOSS OF LAMINATE EROSION IN ICONHA, STATE OF THE ESPIRITO SANTO

#### ABSTRACT

During the last decades, the concern with the processes of soil loss, especially in growing areas, is increasing. This loss is generated by hydrological parameters, topographic, mineralogical and vegetation, and by human influence. Universal Soil Loss Equation (USLE) allows the analysis of soil loss by sheet erosion, and contextualize the results due to the use and occupation of land. The present study aimed to estimate soil loss by sheet erosion in the Iconha city, located in the southern region of the ES, using geotechnology. The average value of soil loss for the city was 9.26 t ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>.

**KEYWORDS:** erosion, geotechology, environmental modelling.

## INTRODUÇÃO

Durante as últimas décadas a preocupação com os processos de perda de solo, principalmente nas áreas de cultivo, vem aumentando. Esta perda é gerada por parâmetros hidrológicos, topográficos, mineralógicos e de cobertura vegetal, além de ser causada também pela influência humana através do incorreto uso do solo (MARIN, 2005).

A ação antrópica frequentemente acelera o empobrecimento dos solos, como resultado de desmatamentos e incêndios, do inadequado preparo nas encostas íngremes, do excessivo pisoteio dos pastos pelos rebanhos e da intensiva prática da monocultura na agricultura. Essas atividades propiciam a ação erosiva da água e, por conseguinte, o assoreamento dos corpos d'água (LEPSCH, 2010).

A erosão do solo pode ser estimada de forma qualitativa ou quantitativa, sendo a segunda metodologia mais precisa, por permitir a estimativa da erosão absoluta, além de necessitar de um maior conhecimento por parte do usuário (CHAVES et al., 1995; BRITO et al., 1998).

O monitoramento de perda de solo em grandes áreas é uma atividade muito dispendiosa e na maioria das vezes impraticável. No entanto, com a popularização das geotecnologias nas últimas décadas, o planejamento do meio natural ganhou um forte aliado, os chamados Sistemas de Informações Geográficas. Essa é uma tecnologia capaz de automatizar tarefas antes desempenhadas manualmente, facilitando à realização de análises complexas e permitir análises que facilitem tomadas de decisão (PRADO & NÓBREGA, 2005; TOMAZONI & GUIMARÃES, 2005; WEILL & SPAROVEK, 2008).

Com o desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) a aplicação de métodos quantitativos foi intensamente facilitada, com destaque para a Equação Universal de Perdas de Solos (EUPS), que foi proposta por WISCHMEIER & SMITH (1978) e permite a análise da perda do solo por erosão laminar, além da contextualização dos resultados obtidos em função do uso e ocupação das terras.

O presente trabalho teve como objetivo estimar a perda do solo por erosão laminar no município de Iconha, usando um modelo quantitativo para estimativa de perda de solos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Descrição geral da área

O município de Iconha localiza-se na região Sul do estado do Espírito Santo, (Figura 1). Está a 20° 47' 38" de latitude sul e a 40° 48' 37" a oeste do meridiano de Greenwich, é banhado pelo rio Iconha, afluente do rio Novo, que deságua no Oceano Atlântico, em Piúma, e cortado pela rodovia BR 101 (CAPRINI, 2007).



**FIGURA 1.** Localização do município de Iconha, ES.  
 Fonte: os autores.

A forma de relevo predominante do município é o planalto. Quanto ao solo, predominam-se o latossolo, de pouca fertilidade devido à alta exploração, e cambissolo, com muitos afloramentos rochosos. As áreas de cultivo estão cobertas com café, banana, pastagens e eucalipto. Nas partes mais íngremes e de difícil acesso está presente a vegetação natural, composta por matas e capoeiras. A braquiária, predominante nas pastagens, associado à topografia acidentada, diminui a retenção de água da chuva e favorece a erosão (INCAPER, 2011).

Este trabalho foi realizado no ano de 2013 e quantificou os dados de perda de solo por erosão laminar no município de Iconha, que possui uma área de 202,43 km<sup>2</sup>, onde as áreas urbanizadas representam apenas 0,98% deste total. Dentre os diversos usos da terra no município supracitado, 60,94% são áreas de pastagens, muitas das quais se encontram em elevados níveis de degradação.

### Espacialização do fator topográfico LS

Para obtenção da estimativa de perda de solo na área em estudo, realizou-se diversos procedimentos no aplicativo computacional *ArcGIS® 10.1*.

Primeiramente foi realizada a espacialização do fator topográfico LS. Nesta etapa, foi aplicada a função de interpolação espacial (método “*topo to raster*”) tendo como entrada os arquivos vetoriais de curvas de nível, hidrografia e perímetro da área de estudo (máscara de corte) com o objetivo de gerar o Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução espacial de 10 m. Após este procedimento, foi gerada a imagem matricial contínua declividade, em porcentagem, por meio da função “*slope*” tendo como entrada a imagem matricial MDE.

Após a obtenção da imagem matricial de declividade, foi utilizada a função de álgebra de mapas para geração de uma imagem matricial de comprimento de rampa

(L) de acordo com equação 1:

$$L = \sqrt{P^2 + \left(\frac{D}{100} \times P\right)^2} \quad (1)$$

em que,

L = comprimento de rampa (adimensional);

P = tamanho do pixel adotado (10 m); e

D = declividade em porcentagem.

Feito isso, foi aplicada, novamente, a função de álgebra de mapas, conforme a equação 2, proposta por BERTONI & LOMBARDI NETO (2012):

$$LS = 0,00984 \times L^{0,63} \times D^{1,18} \quad (2)$$

em que,

LS = fator topográfico (adimensional);

L = comprimento de rampa (adimensional); e

D = declividade em porcentagem.

### **Espacialização do fator erosividade R**

Para a realização da espacialização do fator erosividade, primeiramente aplicou-se o balanço hídrico climatológico proposto por THORNTHWAITE & MATTER (1955), onde os dados meteorológicos de entrada são oriundos de 10 estações distribuídas sobre a área de estudo e áreas vizinhas. Sendo assim, foi obtido como produto final uma planilha eletrônica contendo as variáveis meteorológicas.

No aplicativo computacional *ArcGIS® 10.1*, adicionou-se as coordenadas geográficas latitude (Y) e longitude (X) e, assim, encontrou-se como resposta os pontos vetoriais representativos das estações meteorológicas e seu respectivo banco de dados.

Após a obtenção dos pontos vetoriais, foi aplicada a interpolação espacial pelo método da krigagem esférica, com ajuste estatístico do semivariograma. Para isso, utilizaram-se como entrada os campos de precipitação média mensal e anual. Essa etapa possibilitou gerar as imagens matriciais contínuas de saída de precipitação média mensal e anual.

De posse desses dados, o fator de erosividade da chuva (R), pôde ser estimado por meio da função de álgebra de mapas, a partir das equações 3 e 4, proposta por BERTONI & LOMBARDI NETO (2012):

$$EI = 67,355 \left(\frac{r^2}{P}\right)^{0,85} \quad (3)$$

$$R = \sum_{j=1}^{12} EI_j \quad (4)$$

em que,

EI = média mensal do índice de erosividade ( $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ );

R = fator de erosividade da chuva ( $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{h}^{-1} \text{ano}^{-1}$ );

r = precipitação média mensal (mm); e

P = precipitação média anual (mm).

### Espacialização do fator erodibilidade K

Com o mapa vetorial representativo da carta de levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Espírito Santo (EMCAPA, 1971) em mãos, explorando sua tabela de atributos espaciais, foi criado um campo denominado K e, em estado de edição espacial, foram adicionados os valores de erodibilidade propostos por CHAGAS (2011) representados na Tabela 1.

**TABELA 1.** Fator K (erodibilidade) da EUPS da área de estudo.

Tipo de solo	K	Citação
Latosolo Vermelho-Amarelo LVAd	0.093756	Chagas (2011)
Cambissolo Háplico - CXbd	0.006372	Chagas (2011)
Neossolo Litólico - RLed	0.043027	Chagas (2011)
Neossolo Flúvico - RUbd	0.047500	Chagas (2011)

Foi realizada a conversão da imagem vetorial de tipos de solos, tendo como campo de entrada as classes representativas de erodibilidade, gerando a imagem matricial da erodibilidade para a área de estudo.

### Espacialização dos fatores preparo e cobertura do solo C e práticas conservacionistas P

Foi necessário nesta etapa, a fotointerpretação em tela sobre uma imagem matricial, com 1 m de resolução espacial, oriunda de aerofoto digital, referente ao ano de 2010.

A técnica de fotointerpretação deu origem ao mapa vetorial de uso e ocupação da terra, em sua tabela de atributos espaciais, bem como foram criados os campos C e P. Posteriormente, foram adicionados os valores de fatores preparo e cobertura do solo (C) e práticas conservacionistas (P), representados na Tabela 2.

**TABELA 2.** Fatores C (preparo e cobertura do solo) e P (práticas conservacionistas) da EUPS para as classes de uso e ocupação da terra.

Classe de uso e ocupação da terra	C	Citação	P	Citação
Área agriculturada	0,20000	Vitte, 1997	0,7	Ruhoff et al. (2006)
Área urbana	1,00000	Vitte, 1997	1,0	Prado (2005)
Café	0,02010	Silva (2004)	0,5	Domingos (2006)
Campo sujo	0,04200	Silva (2004)	0,4	Ruhoff (2006)
Pastagem	0,01000	Tomazoni & Guimarães (2005)	0,3	Domingos (2006)
Reflorestamento	0,03241	Silva (2007)	0,2	Souza (2010)
Solo exposto	1,00000	Farinasso et al. (2006)	1,0	Ruhoff (2006)
Várzea	0,00040	Oliveira et al. (2007)	0,3	Nunes (2013)

Logo, foi realizada a conversão da imagem vetorial de uso e ocupação da terra, tendo como campos de entradas as classes representativas C e P, gerando as imagens matriciais de preparo e cobertura do solo (C) e práticas conservacionistas (P) para a área de estudo.

### **Método da EUPS para estimativa das perdas de solo**

Nesta última etapa, foi realizada a integração das imagens matriciais geradas nas etapas anteriores por meio da função de álgebra de mapas. Foi utilizado o modelo da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), desenvolvida em 1953 pelo *Soiland Water Conservation Research Division of the Agricultural Research Service* da Universidade de Purdue (EUA), que consiste de um modelo multiplicativo simples, no qual a perda média anual de solo, expressa em massa por unidade de área por tempo (toneladas por hectare por ano), é dada pelo produto de seis fatores determinantes, tanto naturais (R, K, L e S) quanto antrópicos (C e P), obtidos anteriormente.

Por fim, foi utilizada a Equação Universal de Perdas de Solo – EUPS (equação 5) proposta por WISCHMEIER & SMITH (1978):

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad (5)$$

em que,

A = perda de solo ( $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ );

R = fator de erosividade das chuvas ( $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ );

K = fator de erodibilidade do solo ( $t \text{ h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ );

LS = fator topográfico (adimensional);

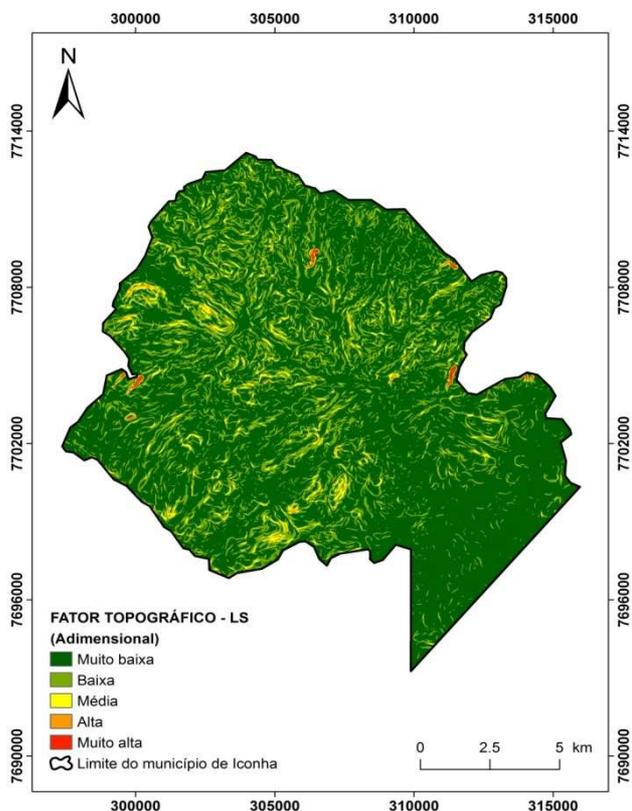
C = fator uso e manejo do solo (adimensional); e

P = fator práticas conservacionistas (adimensional).

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Mediante análises de imagens do aplicativo *ArcGis 10.1* e utilização de funções algébricas, foi possível fazer a estimativa de perdas de solo por erosão laminar no município de Iconha.

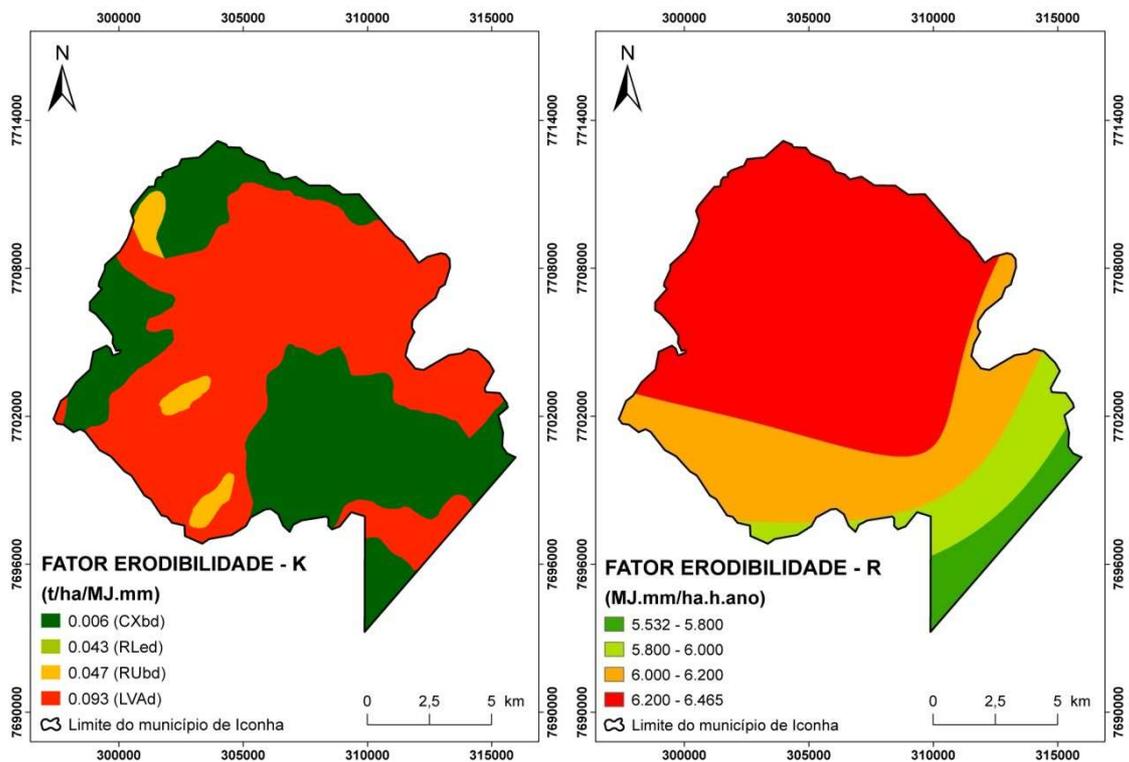
Analisando-se a Figura 2, percebe-se que a classe de fragilidade ambiental predominante no município é a “muito baixa”. Tal fato pode ser explicado pela declividade média da área de estudo ser de 11%, o que caracteriza o relevo como suavemente ondulado. O valor médio do fator LS, determinado por esta característica topográfica, é de 3,76.



**FIGURA 2.** Fator LS para o município de Iconha, ES  
 Fonte: os autores.

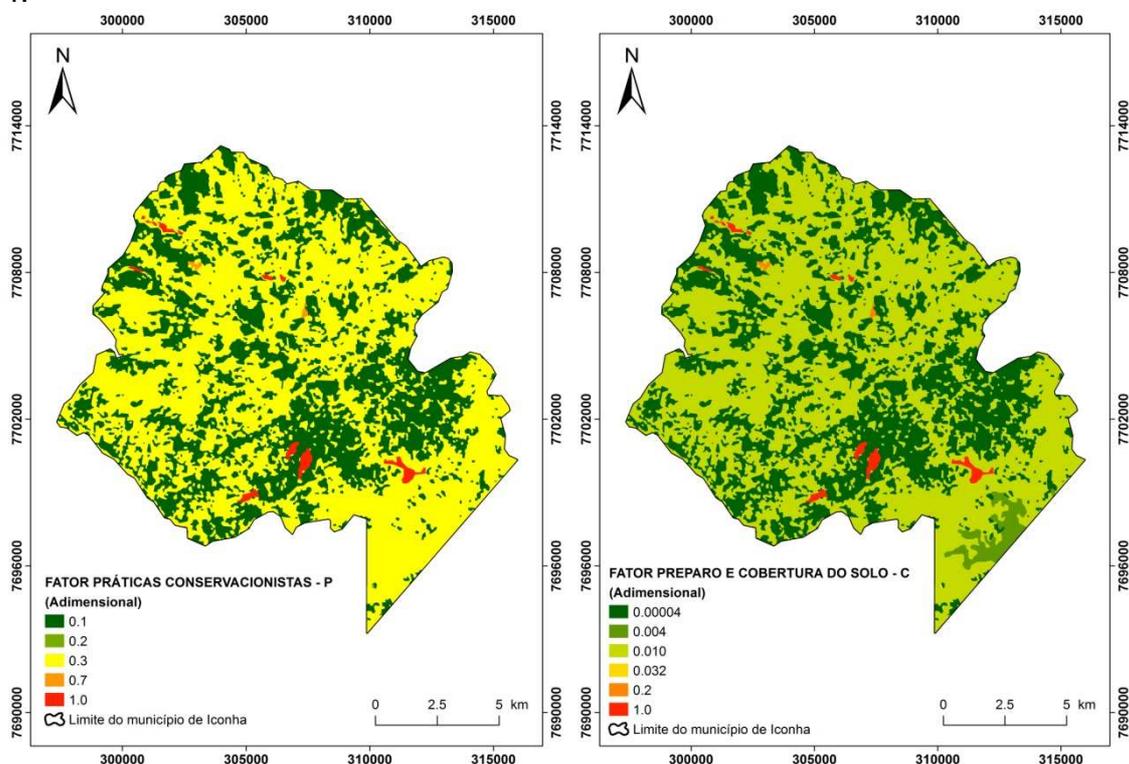
O valor médio do fator erodibilidade R, demonstrado na Figura 3, foi de  $6.194,934 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , este valor torna-se significativo uma vez que foram obtidos por meio da interpolação pelo método de krigagem esférica, com bom ajuste do semivariograma, de dados de precipitações anual e mensal de 10 estações meteorológicas, bem distribuídas sobre a área de estudo e limítrofes.

Ainda pela análise da Figura 3, observando os valores do fator erodibilidade K do município, constata-se que as regiões onde predominam o Cambissolo e Neossolo são relativamente pouco erodíveis, e assim, tornam este fator como não determinante no processo erosivo. Entretanto, nas regiões onde predominam o Latossolo vermelho amarelo distrófico, este potencial erosivo torna-se maior.



**FIGURA 3.** Fatores erodibilidade K e R para o município de Iconha, ES  
 Fonte: os autores.

A espacialização dos fatores adimensionais C (preparo e cobertura do solo) e P (práticas conservacionistas) do município de Iconha são representadas na Figura 4.



**FIGURA 4.** Fatores P e C para o município de Iconha, ES  
 Fonte: os autores.

A *Food and Agriculture Organization of United Nations* recomenda limites de perda de  $12 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para solos profundos e bem drenados, e de  $2 \text{ a } 4 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para solos rasos e de baixa permeabilidade (FAO, 1965). Níveis de tolerância de perdas de solo da ordem de  $4,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  a  $11,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  foram definidos para os Estados Unidos da América por WISCHMEIER & SMITH (1978).

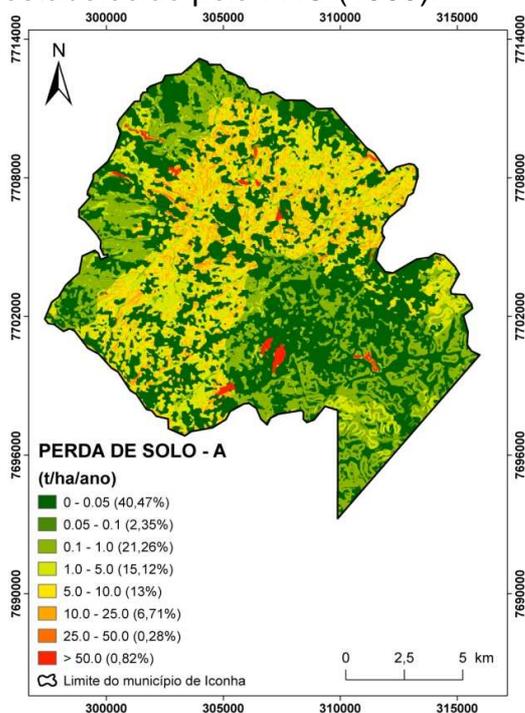
No Brasil, já foram feitos alguns estudos para se estimar a perda de solo utilizando geotecnologias. No estado de São Paulo, pode-se citar o trabalho na Bacia do Ceveiro, em Piracicaba, (WEILL & SPAVOREK, 2008), em Minas Gerais existe o trabalho em Iraí de Minas (BRITO et al., 1998), no Paraná, a Bacia do rio Jirau (TOMAZONI & GUIMARÃES, 2005) e no semiárido brasileiro, o trabalho com bacia hidrográfica (LOPES et. al., 2011). O valor encontrado nestes trabalhos também está abaixo da faixa proposta pela FAO (1965).

Em outro trabalho, GUIMARÃES et al. (2011) apresentou a estimativa de perda de solo por erosão laminar na microbacia hidrográfica do Rio Campinas – SC. No balanço geral, 97,7% da área total obteve estimativa de perda de solo dentro do recomendado pela FAO (1965). Tal fator se deve, principalmente, pela forte presença de cobertura florestal nativa na região. O ponto crítico nas estimativas de perdas de solo se deu em áreas de estradas florestais e urbanizadas com solo exposto, com perdas próximas a  $200 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

A distribuição da estimativa de perda de solo pode ser observada na Figura 5, destacando-se que apenas 0,82% da área do município pertencem à classe de perda  $>50 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , enquanto 40,47% pertencem à classe de perda 0-0,05.

A classe de perda do solo 0-0,05  $\text{t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  obteve maior proporção na distribuição da estimativa para município, sobretudo devido aos baixos impactos dos fatores C (preparo e cobertura do solo) e P (práticas conservacionistas).

Por fim, a estimativa da perda de solo média para o município de Iconha é de  $9,26 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , como pode se observar na Figura 5, valor abaixo do limite estabelecido pela FAO (1965).



**FIGURA 5.** Perda de solo para o município de Iconha, ES

Fonte: os autores.

## CONCLUSÕES

A aplicação Equação Universal de Perda do Solo (EUPS) utilizando geotecnologias permitiu estimar a perda de solo por erosão laminar do município de Iconha. Tal ferramenta se mostrou valiosa para este tipo de trabalho e possui um campo promissor.

Os cálculos dos fatores erosividade das chuvas R ( $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), erodibilidade do solo K ( $\text{t h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ), topográfico LS (adimensional), preparo e cobertura do solo C (adimensional), práticas conservacionistas P (adimensional) são fundamentais para a estimativa de perda do solo por erosão laminar.

Áreas urbanas e agriculturadas foram consideradas relevantes para estudo por apresentarem regiões com perda de solo maiores que  $50 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

A classe de perda do solo menores que  $0,05 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  corresponde a 40,47% da área do município em estudo.

O valor médio de perda de solo estimado para todo município de Iconha é  $9,26 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

## REFERÊNCIAS

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 8ª ed. São Paulo: Icone, 2012, 355p.

BRITO J. L. S.; LIMA, S. C.; SHIKI, S.; MOREIRA, M. R. Uso do geoprocessamento na estimativa da perda de solos por erosão laminar em Irai de Minas – MG. In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Santos. **Anais...**, INPE, p. 501-512, 1998.

CAPRINI, A. B. A. **O Comércio como propulsor do poder político em Iconha: o coronel Antônio Duarte (1889-1915)**. 2007. 139 f. Dissertação (Mestrado em História) – Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2007.

CHAGAS, C. S. **Zoneamento Agroecológico do município de Dois Irmãos do Buriti – MS**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 63p.

CHAVES, H. M. L.; SILVA, P. A.; ROSIMERY, J. C. Aplicação da USLE e SGI na predição da erosão atual e potencial a nível regional: O Caso do Vale do São Francisco. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Viçosa. **Anais...**p. 1961-1963. 1995.

DOMINGOS, J. L. **Estimativa de perda de solo por erosão hídrica em uma Bacia hidrográfica**. Monografia. Universidade Federal do Espírito Santo, 2006.

Empresa Capixaba de Pesquisas Agropecuárias (EMCAPA). **Carta de levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo**. Vitória: Secretaria de Agricultura, 1971.

FARINASSO, M.; CARVALHO JÚNIOR, O.A. de C.; GUIMARÃES, R.F.; GOMES, R.A.T.; RAMOS, V.M. Avaliação qualitativa do potencial de erosão laminar em

grandes áreas por meio da EUPS - Equação Universal de Perdas de Solo, utilizando novas metodologias em SIG para os cálculos dos seus fatores na região do Alto Parnaíba-Pi-MA. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 7, n.2, p.73-85, 2006.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Soil Erosion by water: some measures for its control on cultivated lands**. Rome. FAO, 1965. 284p.

GUIMARÃES, R. Z.; LINGNAU, C.; RIZZI, N.E.; SCHEICHI, R.G.; BIANCHI, R. C. Espacialização da perda de solo por erosão laminar na microbacia do Rio Campinas, Joinville SC. **Revista Ra`e Ga**. N. 23, p. 534-554, 2011.

INCAPER, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Programa de assistência técnica e extensão rural – PROATER – 2011- 2013**.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2º Edição. 2010.

LOPES, F.B.; ANDRADE, E.M.; TEIXEIRA, A.S.,CAITANO, R.F.; CHAVES, L.C.G. Uso do geoprocessamento na estimativa da perda de solo em microbacia no semiárido brasileiro. **Revista Agro@mbiente On-line**. v. 5, n. 2, p. 88-96, 2011.

MARÍN, M. **Hidrologia Práctica**. Segunda edição. Editora Rugarte puerto de Arlabán,33-28053 Madrid. 2005.

NUNES, A. R. **Confronto do uso e ocupação da terra em APP's e estimativa de perda de solo na Bacia Hidrográfica do Rio Alegre**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais. Universidade Federal do Espírito Santo, 2013.

OLIVEIRA, A. M. M.; PINTO, S. A. F.; NETO, F. L. Caracterização de indicadores da erosão do solo em bacias hidrográficas com o suporte de geotecnologias e modelo preditivo. **Estudos Geográficos**. Rio Claro, v.5, p. 63-86, 2007.

PRADO, J. P. B.; NÓBREGA, M. T. Determinação de perdas de solo na bacia hidrográfica do córrego Ipiranga em Cidade Gaúcha, Estado do Paraná, com aplicação da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS). **Acta Scientiarum Technology**. Maringá, v.27, p. 33-42, 2005.

RUHOFF, A. L.; PENNA, B. S. S; GIOTTO, E; PEREIRA, R. S. Avaliação dos processos erosivos através da equação universal de perdas de solos, implementada com algoritmos em legal. **Geomática**, v.1, n.1, 2006.

SILVA, I. F. Efeito de diferentes coberturas vegetais e de práticas conservacionistas no controle de erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, p.289-292, 1986.

SOUZA, V. **Estimativa de perdas de solo por erosão laminar na bacia do córrego pinhalzinho II com suporte de Geoprocessamento**. Dissertação de

Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, 2010.

THORNTHWAITE, C. W.; MATTER, J. R. The water balance. **Climatology**, n.3, v.10, 1955.

TOMAZONI, J. C.; GUIMARÃES, E. A sistematização dos fatores da EUPS em SIG para quantificação da erosão laminar na bacia do rio Jirau. **Revista Brasileira de Cartografia**. v.57, p.235-244, 2005.

VITTE, A. C. Metodologia para cálculo de perdas de solo em bacias de drenagem. **Bol. Par. de Geoc.**, Curitiba, n. 45, p. 59-65, 1997.

WEILL, M. A. M.; SPAROVEK, G. Estudo da erosão na microbacia do Ceveiro (Piracicaba, SP). I - Estimativa das taxas de perda de solo e estudo de sensibilidade dos fatores do modelo EUPS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 32, p. 801-814, 2008.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predict in grainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, D.C, United States Department of Agriculture, 1978. 58p. (Agriculture handbook, 537).