

## GEOPROCESSAMENTO APLICADO A ESTIMATIVA DE PERDA DE SOLO NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA ARROIO TAQUARA

STEFAN DOMINGUES NACHTIGALL<sup>1</sup>; MARIA CÂNDIDA MOITINHO NUNES<sup>2</sup>;

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – stefan.tefo@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – nunes.candida@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

A erosão é um processo natural dos solos e que sempre foi moldando a superfície terrestre, porém ações antrópicas podem desestabilizar este ciclo natural e proporcionarem perdas de solo visto que, lentamente há uma perda da camada de solo onde se encontram grande parte do húmus, fertilizantes e nutrientes (DEMARCHI, 2012; BERTONI & LOMBARDI NETO, 2014).

Com a necessidade de se obter melhores ferramentas para o entendimento dos impactos e dos efeitos da erosão hídrica, se faz o uso de métodos e procedimentos que possibilitem vislumbrar as ações da perda de solo, bem como, fornecer resultados que auxiliem o melhor planejamento conservacionista para determinada área. Nunes et al. (2012), ressaltam a importância de dados que possam ser utilizados para mitigar danos ao ambiente, possibilitando assim, uma base científica que seja instrumento para subsidiar eventuais implantações conservacionistas.

Dentre os modelos mais utilizados para estimativa de perda de solo, há a Equação Universal de Perda de Solo Revisada (RUSLE), proposta por Renard et al. (1997), onde utilização a erosividade da chuva, erodibilidade do solo, comprimento e grau de declive, uso do solo e manejo da cobertura e a implantação de práticas conservacionistas na área de estudo.

Ainda é importante levar em conta a variação temporal que há nos resultados apresentados pelos modelos, visto que, trabalha-se com dados médios anuais. Visando avaliar o impacto da variação sazonal nas perdas de solo e entender como a erosão se distribui ao longo do espaço e do tempo, para assim prover atitudes no local e época mais eficiente.

Para manipular os diversos dados utilizados o geoprocessamento torna-se uma ferramenta essencial, visto que, trabalha-se com um banco de dados georreferenciado e com inúmeras possibilidades de manipulação dos dados.

### 2. METODOLOGIA

A área de estudo é delimitada pela sub-bacia hidrográfica do Arroio Taquara (SBHAT), situada entre as longitudes -52° 38' 20" e -52° 32' 12" e latitudes -31° 39' 44" e -31° 42' 17". As atividades que predominam na sub-bacia são a pecuária e cultivos de milho, e outras culturas em pequena escala.

A SBHAT possui 4 classes de solos (Tabela 1) em sua extensão mapeados por Cunha & Silveira (1996a), Cunha & Silveira (1996b), Cunha et al. (1996).

Tabela 1 - Classes de solo da SBHAT

Classe de Solo	Descrição
PBACd	Argissolo Bruno-Acinzentado Distrófico
PVAd	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico
PVAd + PVAe	Associação entre Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico
SXe	Planossolo Háptico Eutrófico

As estimativas de perdas de solo foram realizadas por meio da RUSLE, representada na equação 1:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

Onde:

A = perda de solo calculada por unidade de área,  $\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ ;

R = índice de erosividade,  $\text{MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ ; K = fator de erodibilidade do solo: intensidade de erosão por unidade de área de índice de erosão da chuva, para um solo específico que é mantido continuamente sem cobertura, mas sofrendo as intervenções culturais normais, em uma declividade de 9% e comprimento de rampa de 22,1m,  $\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{ha}^{-1}$ ; L = fator comprimento de declive: relação de perdas de solo entre um comprimento de declive qualquer e um de 22,1m para as mesmas condições e grau de declive; S = fator grau de declive: relação de perdas de solo entre um declive qualquer e uma declividade de 9% para as mesmas condições; C = fator de uso e manejo: relação entre perdas de solo de um terreno cultivado em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto, isto é, nas mesmas condições que o fator K é avaliado; P = fator prática conservacionista: relação entre as perdas de solo de um terreno cultivado com determinada prática e as perdas quando se cultiva morro abaixo.

O fator R deste estudo está baseado nos dados referentes ao estudo de Santos (2013), onde foram espacializados dados de erosividade para a parte brasileira da bacia da Lagoa Mirim, onde se encontra a SBHAT. A partir da espacialização e variação temporal dos dados foi possível separar em épocas críticas para a erosão hídrica.

O fator K foi atribuído com base em valores de bibliografias referentes aos solos mapeados na SBHAT. Através de ferramentas de geoprocessamento é feita a conversão das classes de solos para valores numéricos de fator K.

Para o cálculo do fator L e S os dados altimétricos foram obtidos por meio do Modelo Digital de Elevação (MDE) SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) com resolução espacial de 30m. Para cálculo do fator L foi utilizada a metodologia de Desmet & Govers (1996), que utiliza dados referentes a direção de fluxo, tamanho das células e um coeficiente baseado no grau de declive. O fator S foi calculado com base na metodologia de Wischmeier & Smith (1978) e consiste na utilização de valores de declividade pixel a pixel para formar um Modelo Numérico de Terreno (MNT) com o fator S.

Para obtenção do fator C, foram utilizadas duas imagens do sensor LandSat8/OLI datadas de 22/08/2016 e 12/12/2016, as épocas foram escolhidas com base na disponibilidade das imagens e levando em consideração o tipo de uso do solo esperado. Foram utilizadas as bandas 450-510nm (Banda2), 530-590nm (Banda3), 640-690nm (Banda4), 850-880nm (Banda5), para realizar uma classificação supervisionada e separar as classes de uso do solo presentes na sub-bacia. Com a classificação de uso do solo, foram adquiridos os fator c referentes as classes em bibliografias para elaboração do MNT do fator C.

O fator P foi considerado como igual a 1 pois isso representa a ausência de práticas conservacionistas na região, e fornecendo assim, um cenário onde as perdas são mais expressivas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A elaboração da RUSLE se deu por cada fator individualmente no banco de dados georreferenciados, e posteriormente o cruzamento dos fatores para gerar a perda de solo.

O fator R foi dividido com base nas épocas das imagens, para que os valores de erosividade correspondam ao uso do solo. Dessa forma foram agregados os dados para gerar dois MNT's referentes as datas de 22/08/2016 e 12/12/2016 respectivamente com valores representados na tabela 2.

Tabela 2 - Valores máximos, mínimos e médios do Fator R

Fator R ( $\text{MJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ )	Fator R 22/08/2016	Fator R 12/12/2016
Valor Máximo	2237,11	2324,44
Média	2141,65	2282,78
Valor Mínimo	2043,37	2237,10

Os valores do Fator K foram obtidos através da operação de ponderação entre as classes temáticas de solo e os valores numéricos do fator. Dessa forma, obteve-se um MNT para o fator K. Os valores utilizados estão descritos na tabela 3.

Tabela 3 - Valores do Fator K

Classe de Solo	Fator K ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{MJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	Referência
PBACd	0,0180	PCBAP (1997)
PVAd	0,0295	Marques et al. (1997); Demarchi (2012)
PVAd + PVAe	0,0287	Marques et al. (1997); Demarchi (2012)
SXe	0,0264	Mannigel et al. (2002); Santos (2008)

O fator LS foi gerado com o cruzamento dos planos do fator L e do fator S, estes resultados geraram um MNT que representa os valores do fator LS pixel a pixel na sub-bacia.

As classes de solo utilizadas na classificação das imagens que vieram a formar o fator C foram: Água, Solo Exposto, Área urbana, Pastagem/Campo, Mata Nativa, Cultivo da estação e Área industrial. A classificação supervisionada retornou à proximidade de cada pixel a um determinado pixel classificado como uma amostra.

O valor de perda de solo foi gerado após cada fator ser transformado em um MNT e, portanto, tornar-se passível de multiplicação entre os planos de informação. Os valores médios de perda de solo para a data de 22/08/2016 se mostraram maiores do que os para a data de 12/12/2016,  $1,89 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$  e  $1,18 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$  respectivamente.

### 4. CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos foi possível entender melhor a dinâmica espacial e temporal que cercam a perda de solo na SBHAT. Por meio dos resultados obtidos foi possível perceber que por mais que os valores do fator R sejam mais elevados em dezembro de 2016, a cobertura do solo se mostrou mais eficaz para

atenuar os efeitos erosivos do clima, demonstrando assim que a época em que a medida conservacionista se aplica é tão importante quanto a avaliação média anual.

As análises feitas por meio do geoprocessamento se mostraram imprescindíveis para a elaboração dos dados e resultados, a capacidade de manipular varias fontes de dados alocados no espaço geográfico e aliar as variações temporais de cada época tornam uma ferramenta essencial para trabalhos que vislumbrem a estimativa de perda de solo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 9ª ed. São Paulo: Ícone, 2014.

CUNHA, N. G.; SILVEIRA, R. J. C. **Estudo dos solos do município de Pelotas**. EMBRAPACPACT (Documentos, 11/96). Pelotas, Ed. UFPel, 1996a. 54p.

CUNHA, N. G.; SILVEIRA, R. J. C. **Estudo dos solos do município de Capão do Leão**. EMBRAPA-CPACT (Documentos, 12/96). Pelotas, Ed. UFPel, 1996b. 50p.

CUNHA, N. G.; SILVEIRA, R. J. C.; SEVERO, C. R. S. **Estudo dos solos do município de Morro Redondo**. EMBRAPA-CPACT (Documentos, 23/96). Pelotas, Ed. UFPel, 1996. 28p.

DEMARCHI, J. C.; **Geotecnologias aplicadas à estimativa de perdas de solo por erosão hídrica na sub-bacia do Ribeirão das Perobas, município de Santa Cruz do Rio Pardo – SP**. 2012. 150f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Campus de Botucatu.

DESMET, P. J. J. & GOVERS, G. A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 51, n. 5: p. 427-433, 1996.

MANNIGEL, A. R.; CARVALHO, M. P.; MORETI, D.; MEDEIROS, L. R. Fator de erodibilidade e tolerância de perda dos solos para o estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**. v. 24, n. 5, p. 1335-1340, 2002.

NUNES, J. G.; CAMPOS, M. C. C.; OLIVEIRA, F. P.; NUNES, J. C. Tolerância de Perda de solo por erosão na região sul do Amazonas. **Ambiência Guarapuava**, Paraná, v. 8, n. 3, p. 859-868, 2012.

PCBAP. **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal). Análise integrada e prognóstico da Bacia do Alto Paraguai**. vol 3. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos hídricos e da Amazônia Legal. Programa Nacional do Meio Ambiente. Brasília, PNMA, 1997.

RENARD, K.G; FOSTER, G. R.; WEESIES, G. A.; MCCOOL, D. K.; YODER, D. C.; **Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)**. U.S. Department of Agriculture - Agriculture Handbook. n, 703. 404p. 1997.

SANTOS, J.P. **Erosividade determinada por desagregação de chuva diária no lado brasileiro da Bacia da Lagoa Mirim**. 2013. 85f. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo e da Água). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas.

WISCHMEIER, W.H. e SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses - A guide to conservation planning**. Washington, USDA. 58p. 1978.