

## ESTIMATIVA DA PERDA ANUAL DE SOLO E ANÁLISE DO FATOR TOPOGRÁFICO EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA URBANA

PAULA KRUMMREICH SCHUMANN<sup>1</sup>; SAMUEL BESKOW<sup>2</sup>; DANIELLE BRESSIANI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, CDTec – paula-ks@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas, CDTec – samuelbeskow@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas, CDTec – daniebressiani@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

Como consequência do crescimento populacional e intensificação de atividades antropogênicas, como práticas agrícolas, urbanização, desmatamento, incêndios, mineração, sobrepastoreio e uso de pesticidas, a erosão hídrica tornou-se um grave e grande risco ambiental (KISAN et al., 2016). Além disso, a erosão hídrica pode resultar na aceleração da sedimentação natural em corpos hídricos, canalizações e reservatórios, reduzindo o armazenamento, bem como o tempo de vida dessas estruturas (PANDEY et al., 2007).

Com a aplicação de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) é possível integrar os modelos existentes de perda de solo com dados observados em campo e os provenientes de sensoriamento remoto, possibilitando a análise de perda de solo também em bacias hidrográficas com dados escassos (PINTO, 2005). Neste contexto, a *Revised Universal Soil Loss Equation* (RUSLE) (RENARD et al., 1997) tornou-se uma ferramenta essencial para o planejamento e manejo sustentável do solo e da água (OLIVEIRA et al., 2013).

Para a uma boa gestão dos recursos hídricos, do ponto de vista tanto qualitativo quanto quantitativo, a identificação de áreas com maior potencial de erosão é de extrema importância. Associado a isso, melhores resoluções espaciais de imagens e Modelos Digitais de Elevação (MDE), trazem maiores detalhamentos de áreas. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi estimar a perda de solo anual através da RUSLE na bacia hidrográfica do arroio Santa Bárbara (BHASB), onde está localizado o principal reservatório de abastecimento do município de Pelotas - RS, bem como avaliar o impacto das resoluções de dois MDEs sobre a determinação do fator topográfico (LS).

### 2. METODOLOGIA

A área de estudo compreende a BHASB, sub-bacia pertencente ao município de Pelotas-RS, localizada no sul do estado do Rio Grande do Sul, apresentando área de 114,5km<sup>2</sup>. A RUSLE (Equação 1) foi aplicada com o auxílio de álgebra de mapas no SIG ArcMap 10.8, para estimar a perda de solos e sua distribuição na BHASB.

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad (1)$$

em que: A é a perda média anual de solo a longo prazo (ton ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), R refere-se ao fator de erosividade da chuva (MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), K ao fator de erodibilidade do solo (ton h MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>), LS corresponde ao fator topográfico (adimensional), C é o fato de uso e manejo do solo (adimensional) e o P refere-se ao fator de práticas conservacionistas (adimensional).

Para a estimativa do fator R, utilizou-se o modelo estatístico multivariado ajustado para a região Sul do Brasil, aplicando coeficientes estimados por regressão e variáveis geográficas (MELLO et al., 2013) em cada célula da bacia hidrográfica.

Para determinar os valores de K, inicialmente utilizou-se como base o mapa de solos da região de estudo (SOMBROEK, 1969), após, realizou-se uma revisão da literatura a fim de encontrar valores para os oito tipos de solo na bacia para posteriormente caracterizá-los. Dos oito solos existentes, o fator K para quatro classes do solo haviam sido pré-determinados (DISCONZI et al., 2014). Para os tipos de solo em que não se encontrou valores de fator K publicados em literatura, estes foram calculados pela metodologia proposta por WISCHMEIER e SMITH (1978), considerando os parâmetros geotécnicos, tais como a porcentagem de matéria orgânica, silte, areia fina e argila (CUNHA e SILVEIRA, 1996).

O fator LS é composto pelos fatores comprimento da rampa (L) e declividade (S). Para o cálculo do LS foi utilizada a metodologia desenvolvida por MOORE e BURCH (1986), adaptada por ENGEL (2003) para a calculadora raster no ambiente SIG, utilizando o MDE da região, com resolução de 12,5 m disponibilizado pelo *Alaska Satellite Facility* (ASF) e para análise comparativa, utilizou-se o MDE com resolução de 5 m concedido pelo Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP).

Para o fator C, desenvolveu-se um mapa de uso do solo, a partir de imagens do satélite CBERS-4A, de maio de 2021, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com base na metodologia de máxima verossimilhança (ALMEIDA, 2011). Para cada uso do solo foi atribuído valor estabelecido de C na literatura (BACK et al., 2017). Para o fator P, atribuiu-se o valor de 1, desconsiderando a aplicação de práticas conservacionistas (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação espacial dos valores dos quatro fatores analisados da RUSLE na bacia de estudo estão evidenciada na Figura 1.

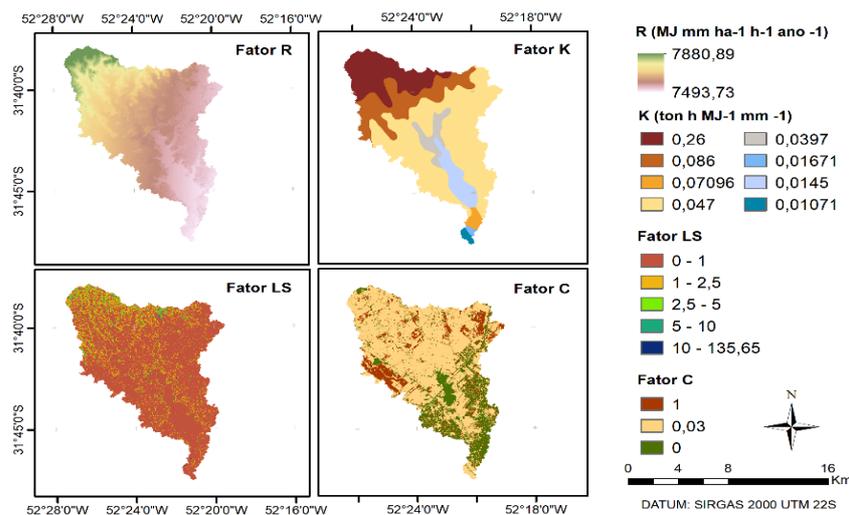


Figura 1 – Fatores R, K, LS e C da BHASB

Dentre os quatro fatores calculados para a RUSLE, destacam-se os fatores R e LS. Os valores de R variaram entre 7.493,73 e 7.880,89, similares aos obtidos em pesquisa para a região extremo sul do Rio Grande do Sul (STEINMETZ et al., 2018). Os valores encontrados para a perda de solos média anual para a BHASB

são apresentados na Figura 2. Os valores mais altos de perdas de solo foram obtidos na região mais à montante da bacia, devido aos tipos de solos dessa região serem mais erodíveis e por ser uma região de mais alta declividade e com maior regime de precipitação. A perda média de solo, utilizando o MDE de 12,5 m, em toda a bacia foi de 61,34 ton ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, caracterizando valores baixos na região mais plana e na área urbana da bacia hidrográfica.

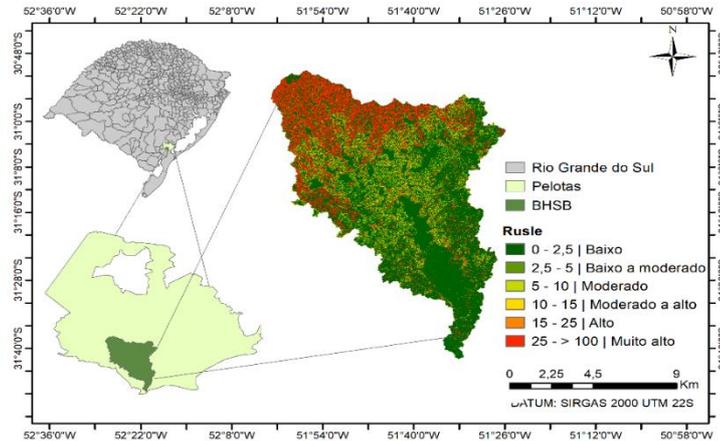


Figura 2 – Modelo RUSLE da BHASB

Na Figura 3, têm-se uma análise comparativa dos fatores LS calculados a partir de dois MDEs para a área urbana na BHASB.

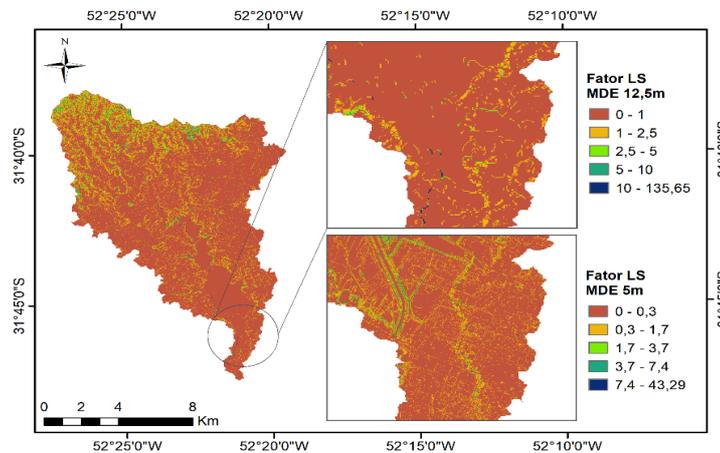


Figura 3 – Comparação do Fator LS com diferentes resoluções de MDE

Pela comparação visual do zoom (direita) da Figura 3 para ambos MDEs (com 12,5m e 5m de resolução) fica possível analisar como a diferença de resolução pode atenuar ou não as estimativas dos processos. O MDE de 5 m possibilitou um maior detalhamento na área urbana da bacia hidrográfica. Perdas de solo em áreas urbanas ocasionam prejuízos e altos custos ao poder público, população e às empresas de saneamento e órgãos fiscalizadores, tendo em vista que tais sedimentos são levados às redes de drenagem, comprometendo estruturas, e favorecendo a ocorrência de inundações e alagamentos nas cidades (TUCCI e COLLISCHONN, 1998), assim como reduzindo a capacidade de reservatórios e piorando a qualidade da água.

#### 4. CONCLUSÕES

Pode-se ressaltar que: i) este estudo possibilitou avaliar o modelo RUSLE através de plataforma SIG; ii) a perda de solo foi estimada em toda a área de

estudo, variando de 0 a mais de 100 ton ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>; iii) analisou-se que com MDE de alta resolução, é possível identificar áreas potencialmente geradoras de perdas de solos, e que uma análise robusta quando há áreas urbanas na bacia hidrográfica são importantes para que encontrem-se dados fidedignos e não superestimados, sendo esta análise uma importante ferramenta de gestão e auxiliadora para empresas de saneamento; Por fim, iv) o controle da erosão é fundamental tanto para a manutenção da capacidade de escoamento do sistema de drenagem como na análise da sedimentação em canalizações e reservatórios, comprometendo suas capacidades de escoamento e reservação, assim como a qualidade ambiental das águas e sistemas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A.S.; SANTOS, R.L.; CHAVES, J.M. Mapeamento de uso e ocupação do solo no Município de Jeremoabo-Ba: Uso do Algoritmo Máxima Verossimilhança (Maxver). **SBSR**, 2011.
- BACK, Á, J, et al. Mapa de erosão hídrica como instrumento de planejamento e gestão territorial em bacia hidrográfica. **SBRH**. Florianópolis, 2017.
- CUNHA, N.G.; SILVEIRA, R.J.C. Estudo dos solos do município de Pelotas. **EMBRAPA/CPACT**, Ed. UFPEL, 1996.
- DISCONZI, P, B, et al. Erodibilidade do Solo da Bacia da Barragem Santa Bárbara, Pelotas-RS. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. Pelotas, RS, 2014.
- ENGEL, B. Estimating soil erosion using RUSLE- Using Arcview. **Purdue University**, 2003.
- KISAN, M. V. et al. Remote sensing and GIS based assessment of soil erosion and soil loss risk around hill top surface mines situated in Saranda Forest, Jharkhand. **Journal of Water and Climate Change**, 9(2):68-82, 2016.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. Piracicaba: **Livroceres**, 392 p, 1990.
- MELLO, C. R. et al. Multivariate models for annual rainfall erosivity in Brazil. **Geoderma**, 202:88-102, 2013.
- MOORE, I.D, BURCH, G.J. Physical basis of the lengthslope factor in the universal soil loss equation. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 50:1294-1298, 1986
- OLIVEIRA, P. T. S.; WENDLAND, E.; NEARING, M. A. Rainfall erosivity in Brazil: A review. **Catena**, v. 100, p. 139-147, 2013.
- PANDEY, A.; CHOWDARY, V. M.; MAL, B. C. Identification of critical erosion prone areas in the small agricultural watershed using USLE, GIS and remote sensing. **Water Resources Management**. Amsterdam, v. 21, n. 4, p. 729- 746. 2007.
- PINTO, S.A.F; GARCIA, G.J. Experiências de aplicação de geotecnologias e modelos na análise e modelos de Bacias Hidrográficas. **Revista do Departamento de Geografia**, 17: 30-37, 2005.
- RENARD K, G, et. al. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). **Agriculture Handbook** No. 703, USDA-ARS, 1997.
- SOMBROEK, W. G. Soil studies in the Merin Lagoon basin. Projeto da Lagoa Mirim. Pelotas: **CLM/PNUD/FAO**. v. 1, 1969.
- STEINMETZ, A.A. et. al. Assessment of soil loss vulnerability in data-scarce watersheds in southern Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v.42, n.6, p.575-587, 2018.
- TUCCI, C. E. M, COLLISCHONN, W. Drenagem Urbana e Controle da Erosão. **SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DA EROSIÃO**. UFRGS, 1998.
- WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Predicting Rainfall Erosion Losses - **A Guide to conservation planning Agriculture**. Handbook 282. United States Department of Agriculture. Science and Education Administration. 58 pp, 1978.