

## ANÁLISE MULTITEMPORAL DA EROSÃO HÍDRICA DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA MIRIM-SÃO GONÇALO

NELVA BUGONI RIQUETT<sup>1</sup>; CARLOS ROGÉRIO DE MELLO<sup>2</sup>;  
DIULIANA LEANDRO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS – [nelva.bugoni@gmail.com](mailto:nelva.bugoni@gmail.com)

<sup>2</sup> UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS – [crmello@ufla.br](mailto:crmello@ufla.br)

<sup>3</sup>UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS - [diuliana.leandro@ufpel.edu.br](mailto:diuliana.leandro@ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

O solo é um recurso finito sujeito a degradação, especialmente pela influência de fenômenos climáticos e por atividades de origem antrópica. A longo do século XX a constante pressão pelo aumento da produção agropecuária, urbanização, desmatamento, salinização das terras e fenômenos meteorológicos extremos, conduziram ao aumento da degradação do solo (WHO, 2019). A degradação do solo pode ocorrer por meio da erosão do solo, e segundo descrito por Morgan (2005), esse processo sucede por meio da desagregação das partículas de solo da superfície terrestre, principalmente pela ação da chuva e do vento, provocando desgaste, transporte e deposição dos sedimentos nos leitos dos rios.

Com os avanços no uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG) conjuntamente com modelos de predição da erosão do solo, tornasse possível modelar a erosão média anual do solo em diferentes escalas temporais e espaciais. Dentre os modelos de erosão do solo disponíveis, destaca-se a Equação Universal de Perda de Solo Revisada (RUSLE) (RENARD et al., 1997). A RUSLE fundamenta-se em processos semi-empíricos, tendo sido adaptada da USLE, pelo United States Department of Agriculture/Agricultural Research Service dos Estados Unidos (USDA/ARS) (WISCHMEIER e SMITH, 1978). Este modelo foi construído com base em parâmetros que afetam a erosão solo e que possibilitam predizer vulnerabilidade de diferentes regiões à erosão hídrica.

Neste contexto, este estudo objetiva modelar a erosão hídrica do solo na bacia hidrográfica Mirim-São Gonçalo (BHMSG) utilizando a RUSLE, no período entre 1959 e 2019.

### 2. METODOLOGIA

A BHMSG possui uma área aproximada de 56.000 km<sup>2</sup>, sendo 46% em território brasileiro e 54% em território uruguai, localizada na fronteira do sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil (POSSA, 2019). Esta bacia apresenta uma altitude média de 94 m e máxima de 473 m (Figura 1). O clima segundo a classificação de Köppen é do tipo subtropical (PEEL et al., 2007), com temperatura média de 18 °C e precipitação média anual de 1378 mm (WREGE et al., 2011). Os tipos de solos predominantes são Organossolos com manchas de Gleissolos Háplicos (IBGE, 2002).

Para determinar a erosão hídrica do solo utilizou-se a RUSLE (RENARD et al., 1997), sendo amplamente utilizada em várias regiões do globo. Sua estrutura é a seguinte:

$$A = K \times LS \times R \times C \times P$$

(1)

Em que A é taxa média anual de erosão do solo ( $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ); R é o fator de erosividade média anual da chuva ( $\text{MJ mm (ha h ano)}^{-1}$ ); K é a fator erodibilidade



do solo ( $t \text{ h (MJ mm)}^{-1}$ ); C é o fator de gestão da cobertura e manejo do solo (adimensional); LS é o fator topográfico (comprimento da inclinação e fator de declividade da encosta) (adimensional); P é o fator de práticas conservacionistas (adimensional).

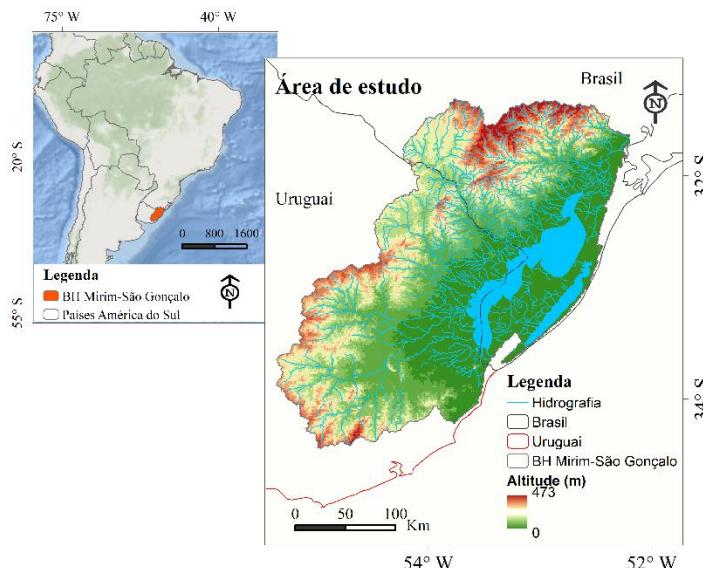


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica Mirim-São Gonçalo.

Para determinar os fatores da RUSLE utilizou-se a metodologia descrita na Figura 2, onde observa-se as variáveis, a base de dados e as equações utilizadas para determinar cada fator. Cabe destacar, os dados foram reamostrados para uma resolução de 90 metros, e assim tornar-se compatível com os dados de altitude. Para modelar a erosão utilizou-se o software ArcMap (ESRI, 2004), através da álgebra de mapas para gerar cada produto final. A metodologia foi adaptada de Riquetti et al. (2022).

Para a cobertura do solo foram utilizados dados apresentados por Winkler et al. (2020), disponível em: <https://landchangestories.org/hildaplus/>. O período de análise compreende um período de 30 anos de intervalo (1959, 1989 e 2019), classificados em sete (7) usos principais.

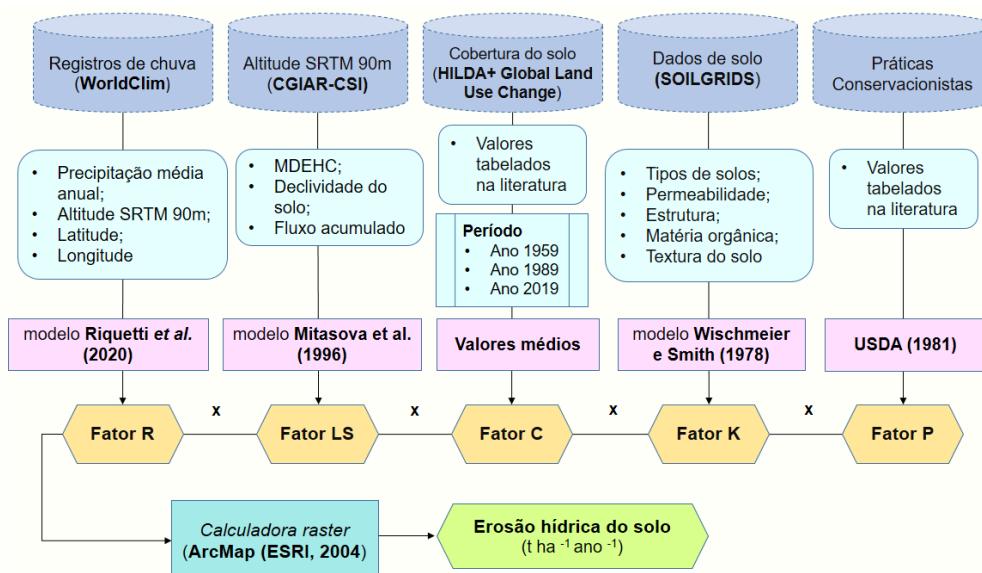


Figura 2: Etapas de implementação da RUSLE no SIG para obtenção da erosão hídrica do solo na América do Sul com resolução espacial de 90 m. Adaptado de Riquetti et al. (2022).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais usos na BHMSG destinam-se para Pastagem (> 50%) em todo o período analisado, seguido da Agricultura e Floresta, Tabela 1). Prontamente, nota-se variações mais significativas no período entre 1989 a 2019 (Tabela 1). Assim sendo, há uma redução da Pastagem (7,4%), aumento da Floresta (5%) e da Agricultura (2,9%). Para os demais usos as variações são pouco significativas. O uso destinado a Campo/Matagal experimentou redução ao longo do período, associado a uma transição para Floresta.

Tabela 1: Variação (%) do uso e ocupação do solo na BHMSG.

Classes de uso	1959 (%)	1989 (%)	$\Delta$ (%)	1989 (%)	2019 (%)	$\Delta$ (%)
<b>Área Urbana</b>	0,2	0,3	0,1	0,3	0,4	0,1
<b>Agricultura</b>	13,7	14,2	0,5	14,2	17,1	2,9
<b>Pastagem</b>	58,0	59,8	1,8	59,8	52,4	-7,4
<b>Floresta</b>	12,2	11,7	-0,5	11,7	16,7	5,0
<b>Campo/Matagal</b>	6,5	4,8	-1,7	4,8	4,1	-0,7
<b>Solo nu/Veg. dispersa</b>	0,3	0,2	-0,15	0,2	0,4	0,2
<b>Corpos de água</b>	9,1	9,1	-	9,1	9,1	-

Na Figura 3, observa-se a erosão hídrica do solo para a BHMSG, no período analisado. Logo, a média geral manteve-se próxima, com  $0,083 \text{ t ha ano}^{-1}$  para o ano de 1959, seguido por  $0,080 \text{ t ha ano}^{-1}$  para 1989 e para 2019 apresenta um total de  $0,087 \text{ t ha ano}^{-1}$ . Este comportamento da erosão está coerente com o impacto provocado pelas diferentes coberturas de solo, isto é, solos com cobertura mais densa são menos suscetíveis a erodir-se. Deste modo, An et al. (2022), destacam que a erosividade da chuva (fator R), a cobertura do solo (fator C) e seus efeitos combinados, contribuem nas mudanças temporais das taxas de erosão do solo.

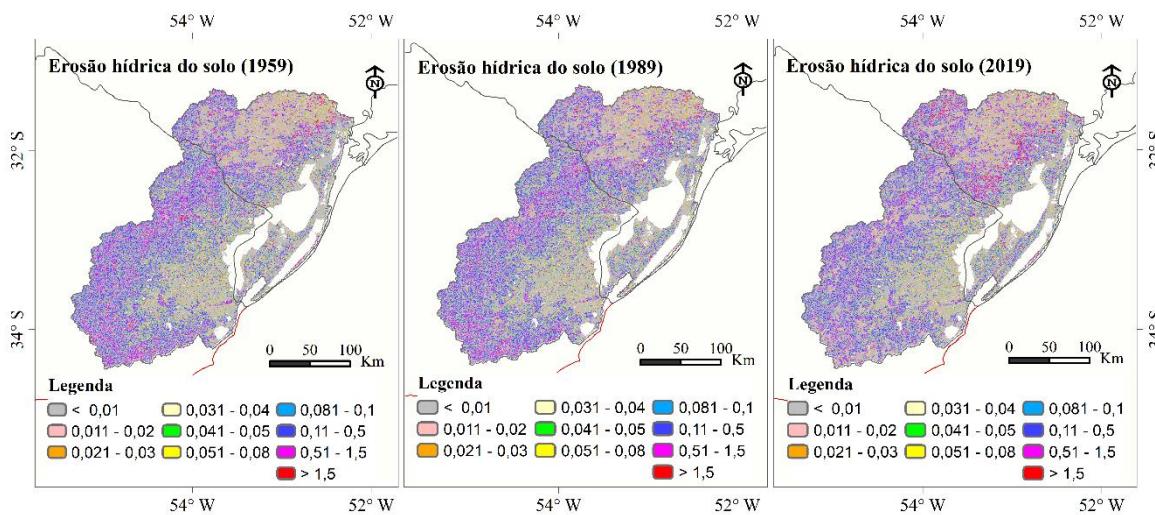


Figura 3: Erosão hídrica do solo na bacia hidrográfica Mirim-São Gonçalo (a. ano 1959, b. ano 1989, c. ano 2019).

Observando os mapas da erosão hídrica do solo (Figura 3), o relevo da bacia (Figura 1) e usos do solo, pode-se notar que os menores valores estão distribuídos ao redor da Lagoa Mirim, com relevo mais plano e uso predominante de agricultura, assim como, menores índices de erosão são encontrados nas regiões com cobertura florestal. Os valores médios a altos estão distribuídos ao longo da cabeceira da bacia (lado uruguai) e nas áreas com relevo mais acentuado.

## 4. CONCLUSÕES

- 1- A RUSLE apresentou um desempenho satisfatório para a BHMSG com perda média de solo na ordem de 0,08 t ha ano<sup>-1</sup>, sem variações significativas entre os períodos analisados.
- 2- O período com taxas mais elevadas de perda de solo ocorreu entre 1989 e 2019, acompanhado de maior variação (%) na cobertura de solo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AN, Y.; ZHAO, W.; LI, C.; SOFIA SANTOS FERREIRA, C. Temporal changes on soil conservation services in large basins across the world. **Catena**, v. 209, 2022.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa exploratório de solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Escala 1:1.000.000.
- MITASOVA, H.; HOFIERKA, J.; ZLOCHA, M.; IVERSON, L.R. Modelling topographic potential for erosion and deposition using GIS. **Int. J. Geogr. Inf. Syst.** v. 10, p. 629-641, 1996.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.
- POSSA, Thais Magalhães. **Modelagem hidrológica e hidrodinâmica integrada da bacia hidrográfica Mirim-São Gonçalo com influência do vento**. 2019. 123 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.
- RENARD, K.; FOSTER, G.; WEESIES, G.; MCCOOL, D.; YODER, D. **Predicting Soil Erosion by Water: a Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)**. USDA-ARS, Washington, 1997, 407 p.
- RIQUETTI, N. B.; MELLO, C. R.; BESKOW, S.; VIOLA, M. R. Rainfall erosivity in South America: Current patterns and future perspectives. **Science of The Total Environment**, v. 724, p. 1-14, 2020. Doi:10.1016/j.scitotenv.2020.13831
- RIQUETTI, N. B.; MELLO, C. R.; LEANDRO, D.; GUZMAN, J.A.; BESKOW, S., 2022. Assessment of the soil-erosion-sediment for sustainable development of South America. **Journal of Environmental Management**, 321, 115933. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115933>
- USDA. **Agriculture Handbook Nº. 282**, Washington, 1981, 47 p. Disponível em: [https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/50201000/USLEDatabase/AH\\_282.pdf](https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/50201000/USLEDatabase/AH_282.pdf). Acesso: 10 de mai. 2022.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Climate change and human health. Land degradation and desertification**. 2019. Disponível em: <https://www.who.int/global-change/ecosystems/desert/en/>. Acesso: 05 de jun. 2022.
- WINKLER, K., FUCHS, R.; ROUNSEVELL, M.D.A.; HEROLD, M. HILDA+ Global Land Use Change between 1960 and 2019. **PANGAEA**, 2020.
- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses**: a guide to conservation planning. Agriculture Handbook. Washington: U S Department of Agriculture, 1978, 58 p.
- WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; DE ALMEIDA, I. R. **Atlas climático da Região sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Floresta, 2011. 336 p.