

# EROSIVIDADE DAS CHUVAS NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL

*Lais Cristina Soares Rebucci<sup>1</sup>; Paulo Tarso Sanches de Oliveira<sup>2</sup>; Dulce Buchala Bicca Rodrigues<sup>3</sup>; Caroline Alvarenga Pertussatti<sup>4</sup> & Teodorico Alves Sobrinho<sup>5</sup>*

**RESUMO** – A erosividade da chuva é um dos fatores que influenciam os processos erosivos, integra o modelo *Universal Soil Loss Equation* (USLE) e serve de orientação no planejamento de uso e conservação do solo. Assim, o objetivo deste trabalho foi efetuar o mapeamento da erosividade média anual no Estado de Mato Grosso do Sul. Para tanto, foram calculados os valores de erosividade média anual de 156 localidades do estado utilizando dados pluviométricos advindos de estações hidrometeorológicas da Agência Nacional de Águas (ANA), constituídas de séries históricas mínimas de cinco anos. Em seguida, por meio da localização espacial dos valores obtidos, foi realizada o processo de interpolação, por meio do método de krigagem ordinária no Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcGis 9.2, para geração do mapa de erosividade do Estado de Mato Grosso do Sul. Os valores médios anuais de erosividade variaram entre 4147 a 11374 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. A região noroeste do estado apresentou os menores valores, classificados como erosividade média, a região nordeste, por outro lado, apresentou os maiores valores, sendo classificados como erosividade muito alta.

**ABSTRACT** – The erosivity of rainfall is one of the factors that influence the erosion process, it integrate the model *Universal Soil Loss Equation* (USLE) and it is a help in planning the use and soil conservation. This study aimed to map the average annual erosivity in Mato Grosso do Sul State. The values of average annual erosivity of 156 locals in the state were calculated using data derived from rainfall hydrometeorological stations of the Agência Nacional de Águas (ANA), consisting of historical minimum of five years. Then, from the spatial location of the values obtained, was performed the interpolation process, using the method of ordinary kriging in Geographic Information Systems (GIS) Arcgis 9.2, for generation of erosivity map of the Mato Grosso do Sul State. The average annual erosivity ranged from 4147 to 11374 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. The northwestern region of the state had the lowest values, classified as medium erosivity, the Northeast, on the other hand, showed higher values and were classified as high erosivity.

Palavras-chave: Erosão hídrica, Krigagem ordinária, USLE.

1) Estudante de Engenharia Ambiental. Bolsista de Iniciação Científica do CNPq. E-mail: [laisrebucci@gmail.com](mailto:laisrebucci@gmail.com).

2) Mestrando em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Cidade Universitária, Campus da UFMS, Campo Grande, MS, CEP 79070-900, Caixa Postal 549. E-mail: [paulotarso@nin.ufms.br](mailto:paulotarso@nin.ufms.br).

3) Mestranda em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Cidade Universitária, Campus da UFMS, Campo Grande, MS, CEP 79070-900, Caixa Postal 549. E-mail: [dulce@nin.ufms.br](mailto:dulce@nin.ufms.br).

4) Estudante de Engenharia Ambiental. Bolsista de Iniciação Científica do CNPq. E-mail: [caper88@gmail.com](mailto:caper88@gmail.com).

5) Professor Associado. Departamento de Hidráulica e Transportes. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Bolsista do CNPq – PQ 2. Cidade Universitária, Campus da UFMS, Campo Grande, MS, CEP 79070-900, Caixa Postal 549. UFMS. E-mail: [talves@nin.ufms.br](mailto:talves@nin.ufms.br)

## INTRODUÇÃO

A erosividade refere-se ao potencial da chuva em causar erosão. A estimativa dos valores de erosividade é importante no planejamento de uso e conservação do solo, uma vez que pode promover a intensificação dos processos erosivos. Os quais ocasionam a redução da produtividade agrícola e problemas ambientais relacionados ao assoreamento e poluição dos recursos hídricos.

O modelo de erosão *Universal Soil Loss Equation* (USLE), proposto por Wischmeier e Smith (1978), tem sido amplamente utilizado em diversas localidades do mundo. Este integra fatores preponderantes da erosão, dentre os quais encontra-se o fator de erosividade da chuva (fator R).

Visando facilitar a determinação do fator de erosividade, vários autores têm proposto a utilização de equações empíricas que relacionam o índice  $EI_{30}$  com precipitações mensais e anuais (Cassol *et al.*, 2008; Bazzano *et al.*, 2007; Carvalho *et al.*, 2005; Lombardi Neto e Moldenhauer, 1992). As equações obtidas podem ser empregadas em regiões climáticas semelhantes àquela onde foram determinadas e em locais que dispõem apenas de dados pluviométricos (Cassol *et al.*, 2008).

O índice  $EI_{30}$  expressa a relação entre a intensidade e a energia cinética da chuva e se correlaciona bem com as perdas de solo por erosão. Para tanto, são necessários registros pluviográficos, que são relativamente escassos no território brasileiro. Além disso, o processamento e análise destes dados são consideravelmente dispendiosos com relação ao tempo para sua realização, de modo que as informações relativas à erosividade estejam disponíveis apenas para um número restrito de localidades brasileiras (Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

Wischmeier e Smith (1978) recomendam a utilização de séries históricas de 10 a 20 anos de dados pluviométricos para geração do fator R confiável. No entanto, conforme Gonçalves *et al.* (2006), diante da freqüente escassez de tais dados, diversos trabalhos tem sido realizados com série histórica inferior a recomendada.

A determinação dos valores de erosividade, juntamente a técnicas de geoestatística em ambiente SIG, permite a geração de um mapa de isolinhas da área de estudo, que facilita a identificação de regiões homogêneas em relação ao fator de erosividade (Silva, 2004).

A geoestatística tem sido amplamente aplicada no mapeamento de erosão hídrica, mostrando-se mais eficaz que a estatística clássica (Mello *et al.*, 2007). Pois os métodos de krigagem utilizam a dependência espacial entre as amostras vizinhas para predizer valores em locais não-amostrados, de forma a otimizar tais estimativas (Carvalho e Assad, 2005).

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi estimar e mapear a erosividade média anual no Estado de Mato Grosso do Sul por meio da aplicação do método geoestatístico de krigagem ordinária, em ambiente SIG, para distribuição espacial de dados pluviométricos em toda área de estudo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

O presente estudo foi realizado levando-se em consideração o Estado de Mato Grosso do Sul, situado ao sul da região centro-oeste do País ( $20^{\circ} 45' 17.31''$  S;  $41^{\circ} 17' 8.86''$  W), apresentando uma área total de 358.158,7 km<sup>2</sup> (Figura 01). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, situa-se na faixa de transição entre o clima Cfa mesotérmico úmido sem estiagem e AW tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A temperatura média anual varia entre  $21^{\circ}$  e  $28^{\circ}$ C, e o índice pluviométrico alcança média de 2000 mm por ano.

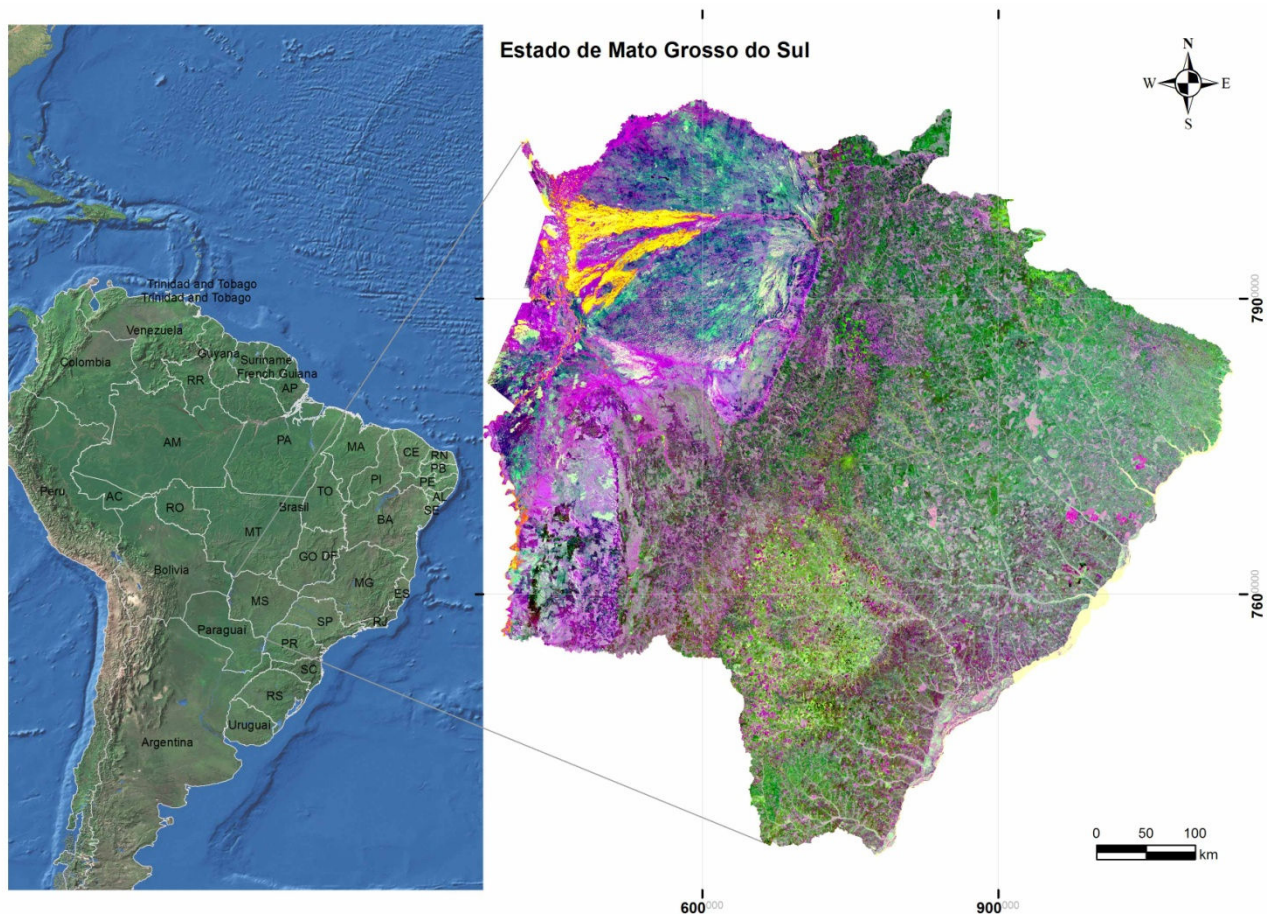


Figura 1. Localização do Estado de Mato Grosso do Sul

Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos do sistema de informações hidrológicas da Agência Nacional de Águas (ANA), composto por uma rede de estações hidrometeorológicas distribuídas em todo território brasileiro. Os registros pluviométricos utilizados são referentes a 156 localidades do Estado de Mato Grosso do Sul e constituem séries históricas com duração mínima de cinco anos (Figura 02).

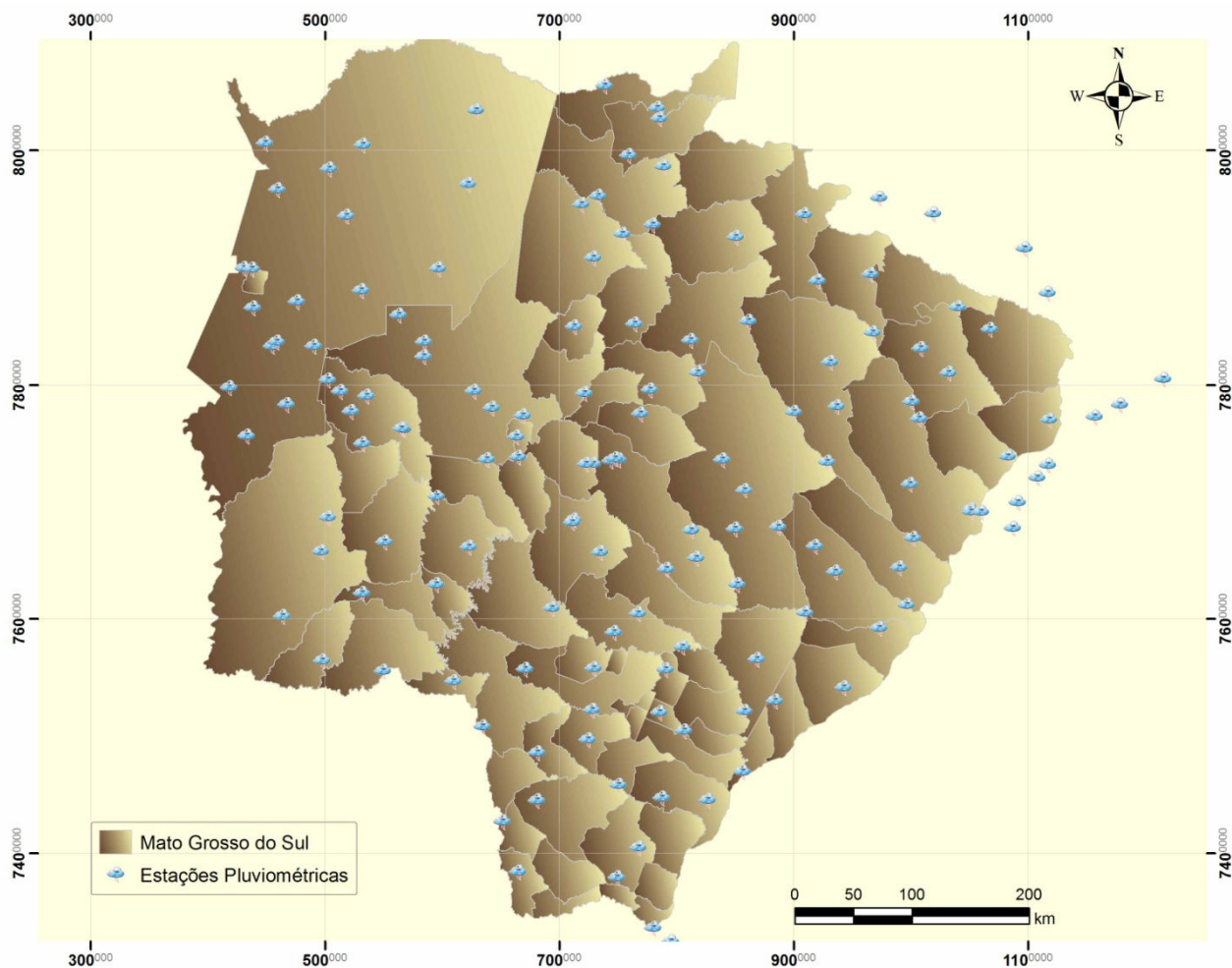


Figura 2. Localização das estações pluviométricas da ANA no Estado de Mato Grosso do Sul

Os dados pluviométricos foram processados no *software* Hidro, em seguida, foram aplicados na equação proposta por Lombardi Neto & Moldenhauer (1992), para geração do índice de erosividade média mensal ( $EI_m$ ) (equação 1).

$$EI_m = 68,73 (p^2/P)^{0,841} \quad (1)$$

Em que:  $EI_m$  = índice de erosividade média mensal ( $MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}.ano^{-1}$ );  $p$  = precipitação média mensal (mm);  $P$  = precipitação média anual (mm).

Então, o fator de erosividade média anual (Fator R) foi calculado através do somatório dos índices de erosividade obtidos para cada mês (equação 2).

$$R = \sum_{i=1}^{12} EI_m \quad (2)$$

Em que:  $R$  = fator de erosividade;  $EI_m$  = índice de erosividade média mensal ( $MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}.ano^{-1}$ ).

Os valores do fator R obtidos com dados de 156 estações pluviométricas foram espacializados e aplicados no método geoestatístico de krigagem ordinária, disponível no *software* ArcGIS 9.2

(ESRI, 2006). Os valores do fator R foram, então, estimados para todo Estado de Mato Grosso do Sul, permitindo a geração de um mapa de isolinhas referentes ao fator R no território do estado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de erosividade média anual variaram entre 4147 a 11374 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, sendo o valor médio de 6477 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e desvio padrão de 593 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. As regiões que apresentaram os valores mais baixos estão concentradas na porção noroeste do estado, enquanto os valores mais altos encontram-se na região nordeste (figura 3).

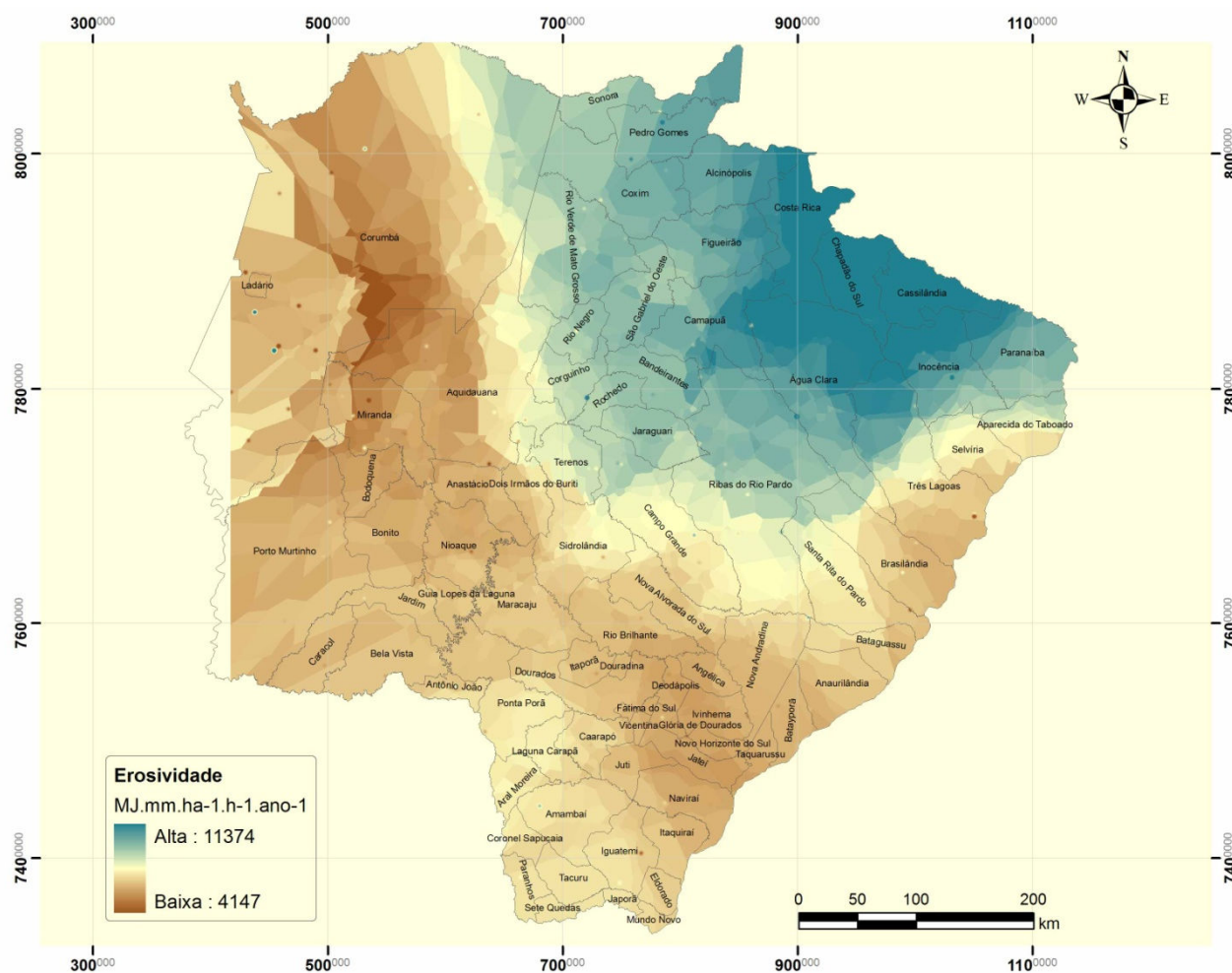


Figura 3. Erosividade média anual para o Estado de Mato Grosso do Sul

Silva (2004) trabalhou com dados de 1.600 estações pluviométricas espalhadas em todo o Brasil e obteve valores do fator R entre 3.116 e 20.035 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Vieira & Lombardi Neto (1995) estimaram a erosividade das chuvas a partir de dados de pluviômetros para o Estado de São Paulo, encontrando um valor médio do fator R de 6632 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

Os valores do fator R foram classificados conforme Foster (1981) e Carvalho (2008) (Tabela 1). Verifica-se que 4,6% da área total do estado é classificada como de erosividade média, 79,6% como erosividade moderada, 15,3% como erosividade alta e 0,6% como erosividade muito alta. Por

outro lado, o valor médio do fator R da área de estudo refere-se a erosividade moderada. Nota-se, também, que nenhuma região foi classificada como de baixa erosividade.

Tabela 1. Classes de interpretação do índice de erosividade médio anual (R)

Erosividade (MJ.mm.ha <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )	Classes de erosividade
R ≤ 2452	baixa
2452 < R ≤ 4905	média
4905 < R ≤ 7357	moderada
7357 < R ≤ 9810	alta
R > 9810	muito alta

Fonte: (Carvalho, 2008; Foster et al., 1981)

## CONCLUSÕES

A erosão hídrica anual no Estado de Mato Grosso do Sul variou entre 4147 a 11374 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>,

A região noroeste do estado apresentou os menores valores de erosividade, enquanto que a região nordeste apresentou os maiores valores.

A maior parte da área estudada (79,6%) revelou valores classificados como erosividade moderada.

É fundamental a realização de estudos com dados de pluviógrafos no desenvolvimento de equações regionais para estimativa da erosividade de forma mais confiável.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a FUNDECT pelo auxílio financeiro concedido para a realização do trabalho.

## BIBLIOGRAFIA

- BAZZANO, M.G.P.; ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A. (2007). "Erosividade, coeficiente de chuva, padrões e período de retorno das chuvas de Quaraí, RS". Revista Brasileira de Ciência do Solo 31, pp. 1205-1217.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. (1990). *Conservação do solo*. Ícone Editora, São Paulo-SP, 355 p.
- CARVALHO, D.F.; MONTEBELLER, C.A.; FRANCO, E.M.; VALCARCEL, R.; BERTOL, I. (2005). "Padrões de precipitação e índices de erosividade para as chuvas de Seropédica e Nova Friburgo, RJ". Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, pp. 7-14.
- CARVALHO, J.R.P.; ASSAD, E.D. (2005). "Análise espacial da precipitação pluviométrica no Estado de São Paulo: comparação de métodos de interpolação". Revista Engenharia Agrícola, v.25 n.2, pp. 377-384.
- CARVALHO, N.O. (2008). Hidrossedimentologia Prática. CPRM–Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais, Rio de Janeiro – RJ, 600p.

- CASSOL, E.A.; ELTZ, F.L.F.; MARTINS, D.; LEMOS, A.M. de; LIMA, V.S. de; BUENO, A.C. (2008). “*Erosividade, padrões hidrológicos, período de retorno e probabilidade de ocorrência das chuvas em São Borja, RS*”. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, pp. 1239-1251.
- ESRI - Environmental Systems Research Institute, Inc. *ArcGIS Professional GIS for the desktop, version 9.2*. Software. 2006.
- FOSTER, G.R.; MCCOOL, D.K.; RENARD, K.G.; MOLDENHAUER, W.C. (1981). “*Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units*”. Journal of Soil and Water Conservation, v.36, pp. 355- 359.
- GONÇALVES, F.A.; SILVA, D.D. da; PRUSKY, F.F.; CARVALHO, D.F.; CRUZ, E.S. da. (2006). “*Índices e espacialização da erosividade das chuvas para o Estado do Rio de Janeiro*”. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, pp. 269-276.
- LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W.C. (1992). “*Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas (SP)*”. Bragantia, v.51, n.2, pp. 189-196.
- MELLO, C.R. de; SÁ, M.A.C. de; CURI, N.; MELLO, J.M.; VIOLA, M.R.; SILVA, A.M. da. (2007). “*Erosividade mensal e anual da chuva no Estado de Minas Gerais*”. Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, n4, p. 537-545.
- SILVA, A.M. (2004) “*Rainfall erosivity map for Brazil*”. Catena, v.57, pp. 251-259.
- VIEIRA, S.R.; LOMBARDI NETO, F. (1995) “*Variabilidade espacial do potencial de erosão das chuvas do estado de São Paulo*”.Bragantia, v.54, n.2, p. 405-412.
- WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. (1978). “*Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning*”. U.S Department of Agriculture, Agriculture Handbook, 537.