

## ESTIMATIVA DE PERDA DE SOLO EM UMA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL

*Paulo Tarso Sanches de Oliveira<sup>1</sup>; Dulce Buchala Bicca Rodrigues<sup>2</sup>; Teodorico Alves Sobrinho<sup>3</sup>; Daniel Okamoto Machado<sup>4</sup>; Lais Cristina Soares Rebucci<sup>5</sup> & Caroline Alvarenga Pertussatti<sup>6</sup>*

**RESUMO** – A erosão do solo é reconhecida como uma ameaça a viabilidade de produção agrícola e a disponibilidade hídrica. Promove prejuízos de ordem econômica, social e ambiental advindos da degradação do solo e da água, incluindo efeitos adversos ao ecossistema terrestre e aquático. Deste modo, este trabalho teve como objetivo estimar a perda de solo por meio da aplicação da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) na Área de Proteção Ambiental (APA) do Lageado, visando fornecer subsídios ao planejamento APA. Para tanto, realizou-se estudos e levantamento de dados para obtenção dos seis fatores que compõe o modelo. Os resultados obtidos de cada fator foram integrados e processados em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL) do software Spring. Em 93,6% da APA os valores de perda de solo são inferiores  $5 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , no entanto, foram estimados valores superiores a  $10 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  próximos as nascentes dos córregos. Assim, os valores de perda de solo obtidos podem ser utilizados como critério de ordenamento do uso e ocupação do solo na APA do Lageado.

**ABSTRACT** – Soil erosion is recognized as a threat to viability of agricultural production and water availability. Promotes loss of economic order, social and environmental resulting soil and water degradation, that include adverse effects to terrestrial and aquatic ecosystem. Thus, this study aimed to estimate the soil loss through application of Universal Soil Loss Equation (USLE) in the Environmental Protection Area of Lageado. Thus, a survey data was achieve to obtain the six factors that compose the erosion model. The results of each factor were integrated and processed in the Algebraic Geoprocessing of Spatial Geoprocessing of software Spring. The area of 93.6% has soil loss values lower than  $5 \text{ t.ha}^{-1}.\text{year}^{-1}$ , however, were estimated values higher than  $10 \text{ t.ha}^{-1}.\text{year}^{-1}$  near of streams. Thus, the values of loss of soil obtained can be used as criteria for land use and occupation planning in the Environmental Protection Area of Lageado.

Palavras-chave: Erosão hídrica, uso e ocupação do solo, planejamento ambiental.

1) 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).

2) 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).

3) Prof. 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)

4) 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: [machado@nin.ufms.br](mailto:machado@nin.ufms.br).

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

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

## INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas de degradação ambiental são os processos de erosão hídrica, capazes de degradar o solo e a água. Nearing *et al.* (2005) e Vente *et al.* (2008) relatam que atualmente esses processos vêm sendo acelerados pelo inadequado uso do solo e em virtude de mudanças climáticas. De acordo com Pandey *et al.* (2007), a prioridade deve ser dada para a conservação dos recursos do solo promovendo sua utilização de maneira adequada. Assim, para alcançar tal objetivo o planejamento, a conservação e o gerenciamento de bacias hidrográficas são vitais.

Machado *et al.* (2003) relatam a necessidade de tratar a paisagem em bacias hidrográficas de uma forma global, identificando as áreas ambientalmente sensíveis, na qual são necessárias práticas de controle dos processos erosivos ou mudanças de uso do solo, e não somente a proteção dispensada aos cursos d'água por meio da mata ciliar. De acordo com Irvem *et al.* (2007), a análise da situação atual dos processos erosivos é fundamental, pois detalha áreas de risco à erosão e auxilia na determinação do tipo de conservação e medidas a serem aplicadas. Assim, calcular a distribuição de erosão é necessário para o planejamento sustentável de conservação do solo e água. Segundo Chen *et al.* (2003), o cálculo da taxa de perda de solo orienta o planejamento ambiental, o qual deve prever o equilíbrio biológico, viabilidade econômica e a aceitabilidade social do uso estabelecido.

No desenvolvimento de estudos da variação espacial e temporal da erosão do solo são utilizadas técnicas de modelagem que proporciona a avaliação dos impactos na agricultura, solos e recursos hídricos (Renschler e Harbor, 2002), fornecendo informações úteis na tomada de decisões no planejamento conservacionista do solo e água (Schietecatte *et al.*, 2008). Segundo Kinnell (2001) a modelagem da variação espacial e temporal da erosão do solo dentro de uma paisagem é importante na determinação dos impactos do uso do solo, *onsite* e *offsite*.

Dentre os modelos empíricos de predição a erosão, pode-se destacar a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) proposta por Wischmeier e Smith (1978). A aplicação desse modelo tem sido facilitada pelo uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG), sendo mundialmente utilizado (Molnár e Julien, 1998; Cohen *et al.*, 2005; Erdogan *et al.*, 2007; Oliveira *et al.*, 2009). Neste sentido, o desenvolvimento da EUPS em ambiente SIG, torna-se uma importante ferramenta no planejamento e gestão de bacias hidrográficas.

Deste modo, este trabalho tem como objetivo realizar a estimativa de perda de solo por meio da aplicação da EUPS, em ambiente SIG, visando fornecer subsídios ao planejamento de uma Área de Proteção Ambiental (APA).

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi realizado tomando-se por base a Área de Proteção Ambiental (APA) do Lageado, criada em 2001 pelo Decreto nº 8.265 (Campo Grande, 2001). Essa APA contém um importante manancial de água superficial de Campo Grande, MS, responsável pelo abastecimento de aproximadamente 10% da população urbana do município, correspondendo a cerca de 75.000 pessoas. A área, de aproximadamente 53 km<sup>2</sup>, abrange o limite da bacia hidrográfica do córrego Lageado a partir do ponto de captação superficial (Figura 1).

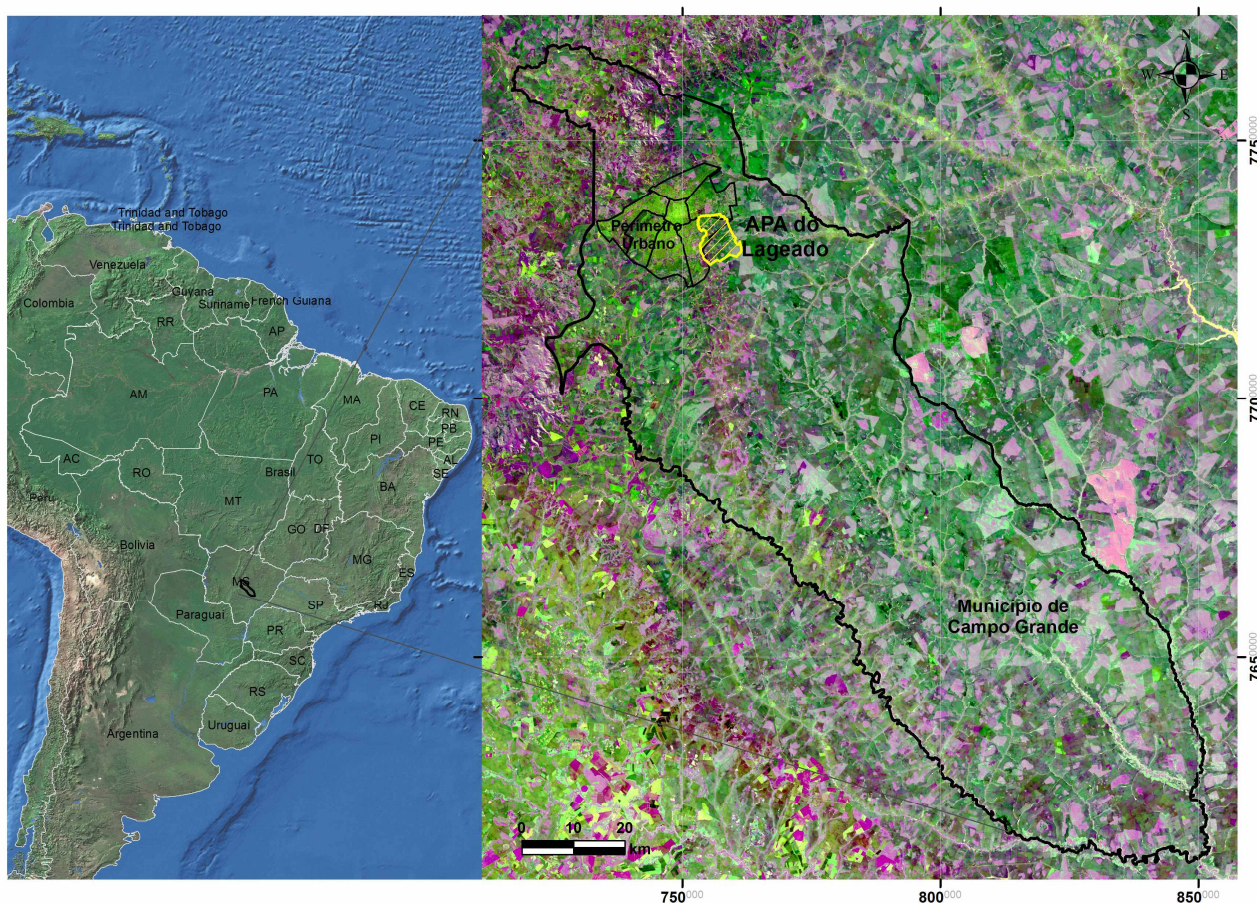


Figura 1. Mapa de Localização da APA do Lageado

A APA do Lageado está localizada na grande unidade geológica denominada Bacia Sedimentar do Paraná e encontra-se inserida na sub-bacia hidrográfica do Rio Pardo. 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 do mês mais quente é superior a 22 °C, apresentando no mês mais seco precipitação superior a 30 mm. A localização espacial da área em estudo está representada na. A altitude na área varia de 550 m, no ponto de captação de água, a 694 m na porção norte nos divisores de água. O relevo é predominantemente plano com declividade de 0 a 6%.

## **Equação Universal de Perda de Solo**

Na estimativa de perda de solo por erosão laminar e em sulcos utilizou-se a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) (Wischmeier e Smith, 1978), com auxílio do SIG Spring 5.0.2 (Câmara *et al.*, 1996). Cada fator definido na EUPS recebeu tratamento específico desenvolvido em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL) do Spring.

O banco de dados formado no Spring foi realizado tomando como base o elipsóide de referência SAD 69, Meridiano Central 57° W Gr., Fuso 21 Sul e sistema de coordenadas em Universal Transversa de Mercator (UTM).

Conforme proposto por Wischmeier e Smith (1978), no modelo EUPS a perda média anual de solo em toneladas por hectare (A) é calculada por meio da integração de seis fatores, Equação 1.

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (1)$$

Em que: A = perda média anual de solo por unidade de área ( $t \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ ); R = erosividade da chuva ( $MJ \cdot mm \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1} \cdot ano^{-1}$ ); K = erodibilidade do solo ( $t \cdot h \cdot MJ^{-1} \cdot mm^{-1}$ ); L = comprimento de rampa (m); S = declividade da vertente (%); C = uso e manejo do solo (adimensional); e, P = práticas conservacionistas (adimensional).

## **Índice de erosividade médio anual**

O índice de erosividade médio anual (fator R) para um local, é a soma dos valores mensais do índice de erosão. Para realização do cálculo deste fator utilizou-se a Equação 2 proposta em Lombardi Neto e Moldenhauer (1992).

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

Em que: EI = média mensal do índice de erosão ( $MJ \cdot mm \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1} \cdot ano^{-1}$ ); p = precipitação média mensal em milímetros; e, P = precipitação média anual em milímetros.

Na obtenção do fator R foram utilizados dados pluviométricos disponíveis na Agência Nacional de Águas (ANA). Utilizou-se informações pluviométricas referentes a 21 anos da estação n. 2054014, distante aproximadamente 3,5 km da área em estudo, pois não existem dados pluviométricos disponíveis na APA. Considerando que o fator R é um índice numérico, gerou-se uma grade regular para toda a área a partir do resultado obtido por meio da integração dos dados na Equação 2.

## **Erodibilidade**

A erodibilidade (fator K) foi obtida por meio da associação dos valores de erodibilidade verificados na literatura e adaptados para as condições da área em estudo. As classes de solo foram determinadas por meio da atualização de solos do projeto RADAMBRASIL (Brasil, 1982) e da Carta Geotécnica de Campo Grande (PLANURB, 1991). Para tanto, realizou-se a interpretação de imagem do satélite Ikonos II de março de 2006 e informações coletadas em campo, tais como textura, plasticidade, cor e cobertura do solo.

Após a definição das classes de solo existentes na área em estudo foram atribuídos valores de erodibilidade (Tabela 1).

Tabela 1. Classes de solo

| Classes de solo                           | Erodibilidade (K) t.h.MJ <sup>-1</sup> .mm <sup>-1</sup> |
|---|--|
| Neossolo Quartzarênico Órtico (RQo)       | 0,0270   |
| Neossolo Quartzarênico Hidromórfico (RQg) | 0,0270   |
| Latossolo Vermelho distrófico (LVd)       | 0,0130   |
| Argissolo Vermelho distrófico (PVd)       | 0,0330   |
| Gleissolo Háptico, Tb, distrófico (GXbd)  | 0,0355   |

Fonte: Adaptado de Bertoni e Lombardi Neto (2005)

### Fator Topográfico

O fator LS expressa a relação do relevo no processo de perdas de solo. É calculado pela associação entre a declividade média e comprimento de rampa, conforme Equação 3 (Wischmeier e Smith, 1978).

$$LS = (L / 22,13)^m (0,00654.S^2 + 0,0456.S + 0,065) \quad (3)$$

Sendo: LS = fator topográfico; L = comprimento de rampa (m); S = declividade média da rampa (%). O expoente (m) é dependente da declividade, assim, para valores de:  $S < 1\%$   $m = 0,2$ ;  $1\% \leq S \leq 3\%$   $m = 0,3$ ;  $3 < S \leq 5$   $m = 0,4$ ; e,  $S > 5\%$   $m = 0,5$ .

Na obtenção do fator LS foi gerado um Modelo Numérico de Terreno (MNT), desenvolvido por meio da vetorialização da base topográfica, folhas Campo Grande SF. 21-X-B-II (DSG, 1979) e Sidrolândia SF. 21-X-B-V (DSG, 1972), ambas na escala 1:100.000, representadas por curvas de nível equidistantes 40 m, pontos cotados e hidrografia. O MNT foi gerado no Spring utilizando as amostras vetorializadas, sendo obtida a grade triangular e posteriormente uma grade retangular, para então calcular a declividade média da área expressa em porcentagem.

O comprimento do declive é medido a partir do ponto no qual o escoamento superficial se inicia (normalmente no topo do cume) até o escoamento no canal ou descendente de um ponto no qual começa deposição (Schwab, 1996). Deste modo, foram traçados os divisores de água da área em estudo os quais foram atribuídos valores de cota zero. A hidrografia foi dada a condição de linha de quebra. Assim, gerou-se uma grade regular com valores de comprimento de rampa partindo dos divisores de água até a rede de drenagem.

### Fatores uso e manejo e práticas conservacionistas

O uso e manejo (fator C) foi determinado conforme informações contidas na Tabela 2, na qual buscou-se associar a cada uso do solo um fator C correspondente. A obtenção dos dados de uso do solo foi realizada pelo mapeamento obtido a partir da interpretação visual da imagem do sensor HRC satélite CBERS 2B, de 09 de julho de 2008 (INPE, 2008), validadas em campo. Deste modo, foram divididas em 8 classes de ocupação do solo e atribuídas a essas valores do fator C (Tabela 2).

Tabela 2. Valores do fator C atribuídos aos diferentes usos do solo

| Classes      | Fator C |
|--------------|---------|
| Água         | 0       |
| Área úmida   | 0       |
| Cerradão     | 0,001   |
| Cerrado      | 0,002   |
| Eucalipto    | 0,005   |
| Pastagem     | 0,01    |
| Solo exposto | 1       |
| Área urbana  | 0,03    |

Fonte: Adaptado de Wischmeier e Smith (1978)

As áreas ocupadas por gramíneas, geralmente em canteiros ou terrenos vazios da prefeitura, foram classificadas como áreas de pastagens, recebendo o mesmo valor do fator C. Ao fator P atribui-se o valor 1, considerando-se a não adoção de práticas conservacionistas em toda a área em estudo.

### Integração dos fatores da EUPS

A partir da obtenção dos fatores da EUPS realizou-se a conversão dos dados temáticos em grades numéricas, com resolução de 10 x 10 m, e realizou-se a sequência de sintaxes em LEGAL conforme Equação 1.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação e espacialização dos componentes do modelo EUPS, em ambiente SIG, possibilitou a geração dos mapas de erodibilidade do solo (fator K), condições topográficas (fator LS) e uso e manejo do solo (fator C), os quais, juntamente ao fator erosividade (R) generalizado para toda área de estudo, formam o conjunto de fatores intervenientes no processo erosivo da APA do Lageado (Figura 2).

O valor de erosividade calculado foi de  $6.515 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , sendo esse extrapolado para toda a área em estudo (Figura 2A). Silva (2004) trabalhou com dados de 1.600 estações pluviométricas espalhadas em todo o Brasil e obteve valores de erosividade variando de 3.116 a  $20.035 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ . Assim, pode-se classificar o resultado obtido neste estudo como de erosividade média.

Os tipos de solos verificados na APA do Lageado possuem características distintas de erodibilidade. Aproximadamente 69% da APA possui solos Neossolo Quartzarênico Órtico (RQo), que podem ser classificados, de acordo com Carvalho (2008), como erodibilidade média. Solos de elevada erodibilidade, como o Argissolo Vermelho Distrófico (PVd) e Gleissolo Háptico Tb Distrófico (GXbd), ocupam cerca de 10% da área. Solos menos erodíveis como o Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), localizados na parte sudoeste da APA correspondem a 18% (Figura 2B).

Com relação ao fator topográfico, obteve-se valores variando de 0 a 5 (Figura 2C), verificando-se que os maiores valores desse fator estão concentrados na área norte da APA e estão associados a áreas de maior declividade (3% a 6%).

O uso do solo da APA é constituído, predominantemente, de áreas de pastagens (57,8%), cerradão (17,7%), cerrado (3,2%), eucalipto (0,1%), água (0,3%), área úmida (1,7%), solo exposto (1,1%) e área urbana (18,1%) (Figura 2D). Somando as classes de cerrado e cerradão é possível verificar que 20,9% da área possui cobertura de vegetação nativa.

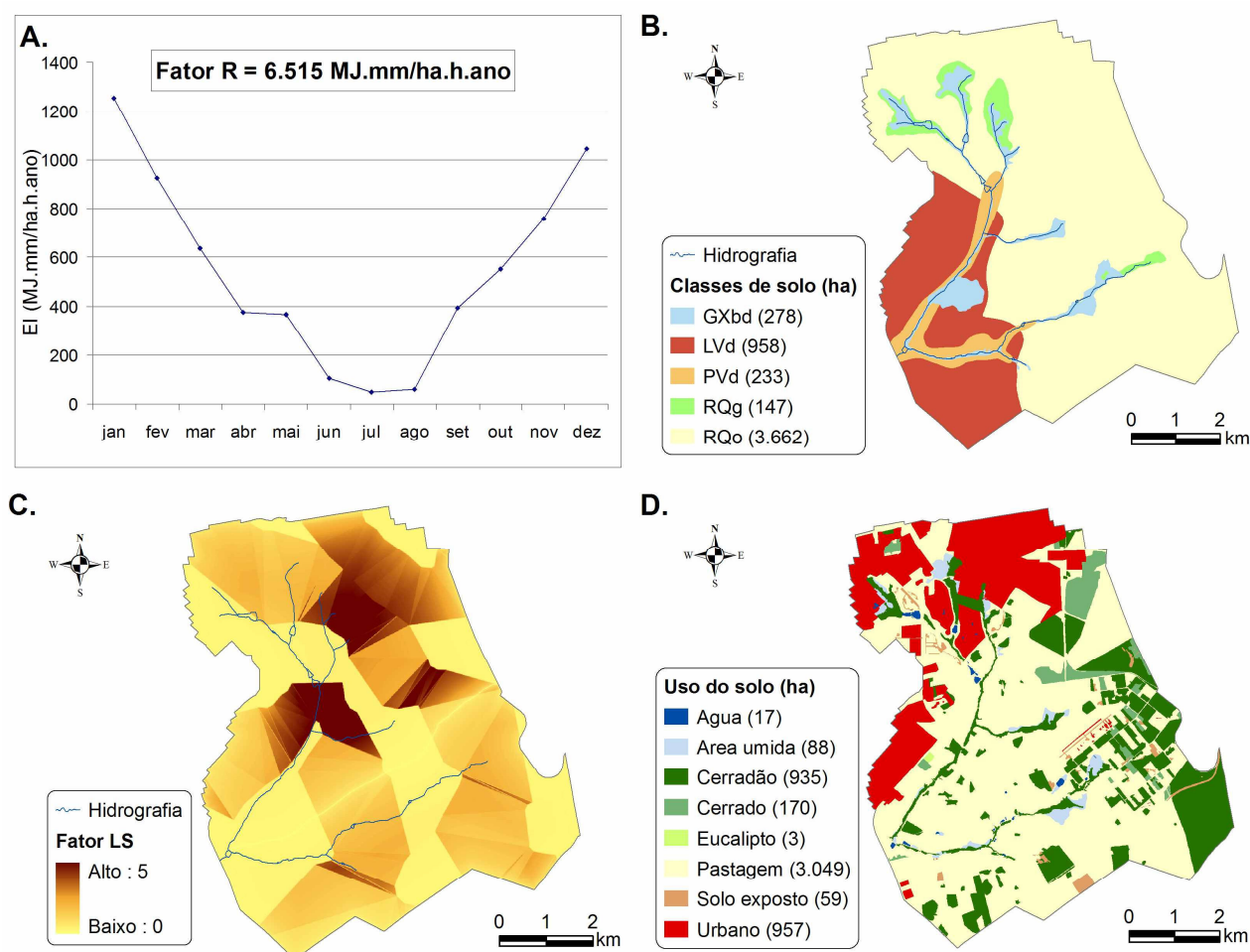


Figura 2. Dados obtidos para integração no modelo EUPS: A. erosividade (fator R); B. erodibilidade (fator K); C. condições topográficas (fator LS); D. uso e manejo do solo (fator C).

A pecuária de corte é a atividade agrícola predominante na área. No entanto, verificou-se a existência de pequenas propriedades rurais, nas quais, ocorre a criação de gado leiteiro e outros animais, como suínos, caprinos e ovinos, além do cultivo de hortaliças. Outra forma de uso do solo na APA são os pesqueiros, na qual parte dos proprietários desviam ou represam água do córrego para abastecer os tanques.

Nas áreas urbanizadas da APA, verificou-se que parte dos bairros não possui infra-estrutura adequada. Assim, observou-se visualmente a formação de processos erosivos principalmente nas ruas sem pavimentação.

## Perda de solo

O valor médio da taxa de perda de solo na APA do Lageado foi de  $2,0 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  e desvio padrão de 10,6. O fato de o desvio padrão ter sido superior a média indica a elevada variação dos resultados. Nota-se que 93,6% dos resultados correspondem a perda de solo inferior a  $5 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ . Os demais correspondem a valores elevados de perda de solo, proporcionando essa variação (Figura 3).

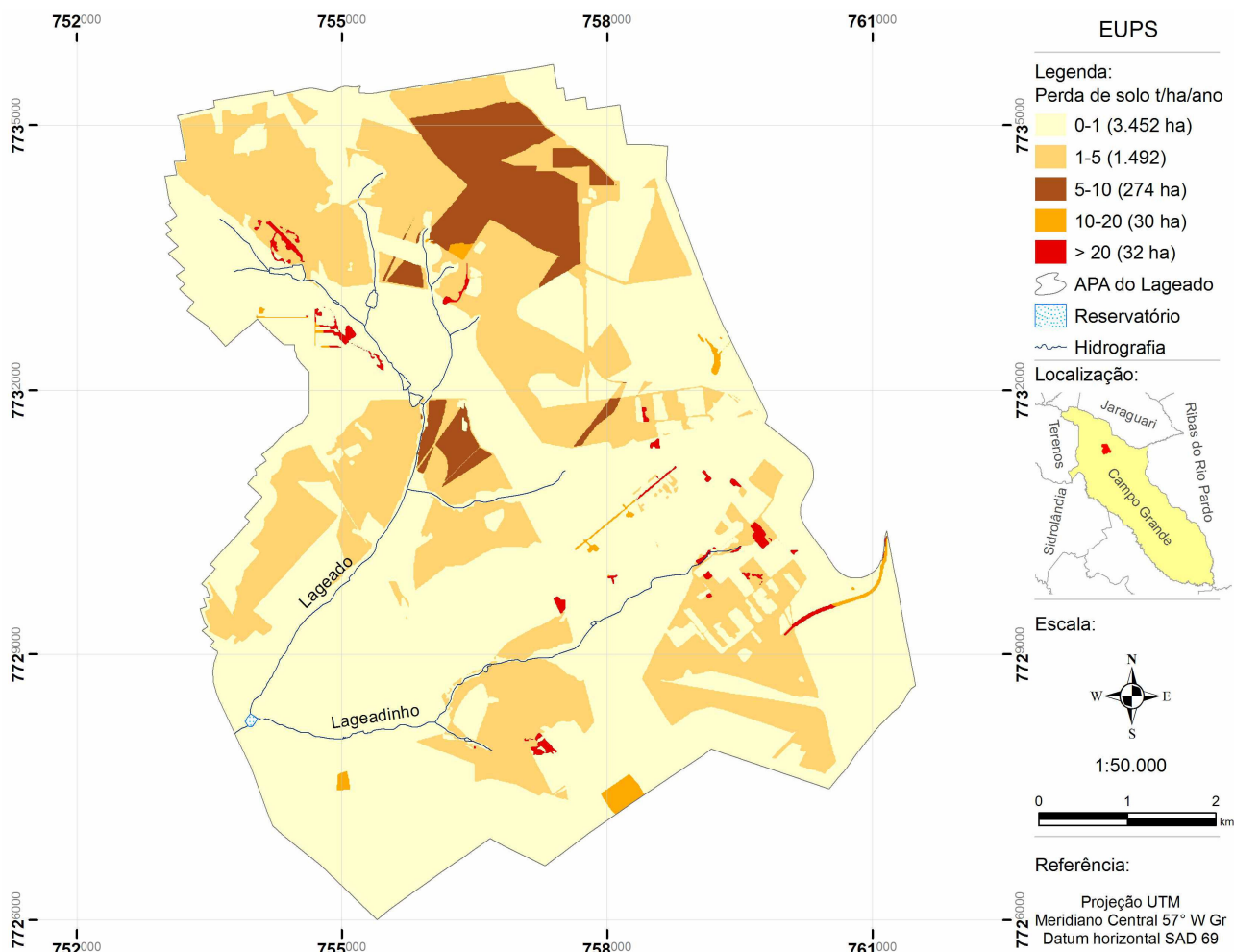


Figura 3. Mapa de perda de solo

Nota-se que nas proximidades do ponto de captação do córrego Lageado as perdas de solo são mínimas, no entanto, próximos as nascentes dos córregos verifica-se perda de solo superior a  $10 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ . Isso pode prejudicar ou inviabilizar a utilização da água para o abastecimento público. Deste modo, é fundamental a realização do zoneamento dessas áreas, visando promover o uso e manejo adequado do solo, além de remediar as áreas já degradadas por erosão.

## CONCLUSÕES

Em 93,6% da APA do córrego Lageado os valores de perda de solo são inferiores  $5 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , no entanto, foram estimados valores superiores a  $10 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  próximos as nascentes dos córregos;



Dada a importância ambiental, social e econômica APA do Lageado, deve-se ordenar o uso e ocupação do solo levando em consideração critérios de perda de solo por erosão hídrica;

A disponibilização gratuita de imagens do sensor HRC satélite CBERS 2B e do software Spring, proporcionam o desenvolvimento de pesquisas sobre erosão hídrica com qualidade e custos reduzidos.

## AGRADECIMENTOS

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

## BIBLIOGRAFIA

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.(2005). *Conservação do solo*. 5ª ed. São Paulo: Ícone, 355p.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. *Projeto RADAMBRASIL. Folha SF.21 Campo Grande: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*. Levantamento de Recursos Naturais, 28. Rio de Janeiro, 1982. 412p.
- CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J.; IR, F.M. (1996). “*SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling*”. *Computers & Graphics*, v. 20, n. 3, pp. 395-403.
- CAMPO GRANDE. *Decreto nº 8.265. Cria a Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego Lageado – APA do Lageado – Localizado no Município de Campo Grande, e dá outras providências*. Campo Grande: 2001. Diário Oficial de Campo Grande, 27 de junho de 2001.
- CARVALHO, N.O. (2008). *Hidrossedimentologia prática*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência. 599p.
- CHEN, L.; MESSING, I.; ZHANG, S.; FU, B.; LEDIN, S. (2003). “*Land use evaluation and scenario analysis towards sustainable planning on the Loess Plateau in China-case study in a small catchment*”. *Catena*, v.54, pp. 303-316.
- COHEN, M.J.; SHEPHERD, K.D.; WALSH, M.G. (2005). “*Empirical reformulation of the universal soil loss equation for erosion risk assessment in a tropical watershed*”. *Geoderma*, v. 124, pp. 235-252.
- DSG (Diretoria do Serviço Geográfico). *Carta Campo Grande. Folha SF. 21-X-B-II*. Escala 1:100.000. Região Centro-Oeste do Brasil. Carta 1979.
- DSG (Diretoria do Serviço Geográfico). *Carta Sidrolândia. Folha SF. 21-X-B-V*. Escala 1:100.000. Região Centro-Oeste do Brasil. Carta 1972.
- ERDOGAN, E.H.; ERPUL, G.; BAYRAMIN, I. (2007). “*Use of USLE/GIS Methodology for Predicting Soil Loss in a Semiarid Agricultural Watershed*”. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 131, pp.153-161.
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). *Imagem CBERS 2B. Sensor HRC*. Canal 1. São José dos Campos: INPE. Imagem de Satélite. Órbita 163 Ponto 123. De 09 de julho de 2008. Disponível em <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 10 ago., 2008.
- IRVEM, A.; TOPALOGLU, F.; UYGUR, V. (2007). “*Estimating spatial distribution of soil loss over Seyhan River Basin in Turkey*”. *Journal of Hydrology*, v. 336, pp. 30-37.
- KINNELL, P.I.A. “*Slope length factor for applying the USLE-M to erosion in grid cells*”. *Soil & Tillage Research*. v. 58. pp. 11-17.
- LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W.C. (1992). “*Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campina (SP)*”. *Bragantia*, v. 51, n.2, pp. 189-196.
- MACHADO, R.E.; VETORAZZI, C.A.; XAVIER, A.C. (2003). “*Simulação de cenários alternativos de uso da terra em uma microbacia utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento*”. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, pp. 727-733.

- MOLNÁR, D.K.; JULIEN, P.Y. (1998). “*Estimation of upland erosion using GIS*”. *Computers & Geosciences*, v. 24, n. 2, pp. 183-192.
- NEARING, M.A.; JETTEN, V.; BAFFAUT, C.; CERDAN, O.; COUTURIER, A.; HERNANDEZ, M.; LE BISSONNAIS, Y.; NICHOLS, M.H.; NUNES, J.P.; RENSCHLER, C.S.; SOUCHÈRE, V.; VAN OOST, K. (2005). “*Modeling response of soil erosion and runoff to changes in precipitation and cover*”. *Catena*, v.61, pp.131–154.
- OLIVEIRA, P.T.S.; RODRIGUES, D.B.B.; ALVES SOBRINHO, T. Simulação de cenários de uso do solo em uma área de proteção ambiental utilizando técnicas de modelagem.(2009). In: 8º SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DA EROSÃO. *Anais...* São Paulo: ABGE, pp.1-11.
- PANDEY, A.; CHOWDARY, V.M.; MAL, B.C. (2007). “*Identification of critical erosion prone areas in the small agricultural watershed using USLE, GIS and remote sensing*”. *Water Resources Management*, n. 21, pp. 729-746.
- PLANURB (Instituto Municipal de Planejamento Urbano e Meio Ambiente). *Carta Geotécnica de Campo Grande, MS*. Campo Grande: PMCG. 1991.
- RENSCHLER, C.S.; HARBOR, J. (2002) “*Soil erosion assessment tools from point to regional scales- the role of geomorphologists in land management research and implementation*”. *Geomorphology*, v.47, pp.189-209.
- SCHIETTECATTE, W.; D’HONDT, L.; CORNELIS, W.M.; ACOSTA, M.L.; LEAL, Z.; LAUWERS, N.; ALMOZA, Y.; ALONSO, G.R.; DÍAS, J.; RUÍZ, M.; GABRIELS, D. (2008). “*Influence of landuse on soil erosion risk in the Cuyaguaje watershed (Cuba)*”. *Catena*, v.74, pp.1-12.
- SCHWAB, G.O.; FANGMEIER, D.D.; ELLIOT, W.J. *Soil and water management systems*. 4ª ed. New York: Wiley. 371p. 1996.
- SILVA, A.M. “*Rainfall erosivity map for Brasil*”.(2004). *Catena*, v. 57, pp. 251-259.
- VENTE, J.; POESEN, J.; VERSTRAETEN, G.; ROMPAEY, A.V.; GOVERS, G. (2008). “*Spatially distributed modelling of soil erosion and sediment yield at regional scales in Spain*”. *Global and planetary change*, v. 60, pp.393-415.
- WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. *Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning*. Washington: USDA Agriculture Handbook, n. 537, 58p. 1978.