



Revista EIA
ISSN: 1794-1237
revista@eia.edu.co
Escuela de Ingeniería de Antioquia
Colombia

Carta de susceptibilidade erosiva da Bacia Hidrográfica do Córrego Curral de Arame, Dourados/MS

Oliveira Diodato, Jonailce; de Oliveira Ribeiro, Vinícius

Carta de susceptibilidade erosiva da Bacia Hidrográfica do Córrego Curral de Arame, Dourados/MS

Revista EIA, vol. 17, núm. 34, 2020

Escuela de Ingeniería de Antioquia, Colombia

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149264860028>

DOI: <https://doi.org/10.24050/reia.v17i34.1409>

Carta de susceptibilidade erosiva da Bacia Hidrográfica do Córrego Curral de Arame, Dourados/MS

TABLA DE SUSCEPTIBILIDAD EROSIVA DE LA
CUENCA HIDROGRÁFICA DE CORRIENTE CURRAL
DE ARAME, DOURADOS / MS

CURRAL DE ARAME WATERSHED EROSIVE
SUSCEPTIBILITY MAP, DOURADOS/MS-BRAZIL

Jonailce Oliveira Diodato jodiodato@gmail.com

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil

Vinícius de Oliveira Ribeiro viniciusoribeiro@yahoo.com.br

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil

Revista EIA, vol. 17, núm. 34, 2020

Escuela de Ingeniería de Antioquia,
Colombia

Recepción: 12 Marzo 2020
Aprobación: 18 Junio 2020

DOI: [https://doi.org/10.24050/
reia.v17i34.1409](https://doi.org/10.24050/reia.v17i34.1409)

Redalyc: [https://www.redalyc.org/
articulo.oa?id=149264860028](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149264860028)

Resumo: Erosão hídrica é um processo natural que é intensificado pela falta de práticas conservacionistas, e retirada da cobertura vegetal do solo. Tem como consequência, o empobrecimento do solo, assoreamento e eutrofização dos corpos d'água, entre outros. É de fundamental importância tomar conhecimento dos processos erosivos para que os tomadores de decisão adotem medidas de mitigação e/ou prevenção deste fenômeno. Neste contexto a EUPS entra como ferramenta para estimar a perda de solo por erosão laminar. O uso de sistemas de informações Geográficas (SIG) tem se mostrado bastante eficientes para caracterizar a susceptibilidade erosiva, devido a facilidade de obtenção de dados, conferindo agilidade aos processos. Muitos destes são disponibilizados gratuitamente, como o QGIS, utilizado na metodologia deste projeto. Este trabalho teve como objetivo mapear e analisar qualitativamente a susceptibilidade erosiva da Bacia Hidrográfica do córrego Curral de Arame utilizando Sistema de Informação Geográfica, livre e gratuita. Os valores para a estimativa da perda anual de solo, variaram entre 0 e 389 toneladas por hectare ao ano. Observou-se que o fator que apresenta maior influência sobre os valores de estimativa das perdas de solo para a Bacia Hidrográfica em estudo, foi o fator CP- Uso e Manejo e Práticas Conservacionistas.

Palavras-chave: SIG, erosão, EUPS, gratuita, livre, práticas conservacionistas, manejo.

Resumen: Erosión hidráulica es un proceso natural que es intensificado por falta de prácticas conservacionistas, y retirada de la cobertura vegetal del suelo. Tiene como consecuencia, el empobrecimiento del suelo, asoreamiento y eutrofización de los cuerpos de agua, entre otros. Es de fundamental importancia tomar conocimiento de los procesos erosivos para que los tomadores de decisión tomen medidas de mitigación y/o prevención de este fenómeno. En este contexto la EUPS entra como herramienta para estimar la pérdida de suelo por erosión laminar. El uso de sistemas de informaciones geográficas (SIG) se tiene demostrado bastante eficientes para caracterizar la susceptibilidad erosiva, debido a la facilidad de obtención de datos, confiriendo agilidad a los procesos. Muchos de estos son disponibilizados gratuitamente, como el QGIS, utilizado en la metodología de este proyecto. Este trabajo tuvo como objetivo mapear y analizar cualitativamente la susceptibilidad erosiva de la cuenca hidrográfica de la corriente Curral de Arame utilizando Sistema de Información Geográfica, libre y gratuita. Los valores estimados de la pérdida anual del suelo, variarán entre 0 y 389 toneladas por hectárea al año. Se observó que el factor que representa mayor influencia sobre los valores de la estimación de las pérdidas del suelo para la Cuenca Hidrográfica en estudio, fue el factor CP- Uso y Manejo y Prácticas Conservacionistas.

Palabras clave: SIG, erosión, EUPS, gratuita, libre, prácticas conservacionistas, manejo.

Abstract: : Water erosion is a natural process that is intensified by the lack of conservation practices, soil vegetation cover misuse and removal. It has as a consequence, soil impoverishment, silting and water bodies eutrophication, among others. Importance fundamental to erosive processes become aware so that decision makers adopt mitigation and/or prevention measures for this phenomenon. The USLE enters as a tool to soil loss by laminar erosion estimate. The Geographic Information Systems (GIS) use has been shown efficient to erosive susceptibility characterize, due to the ease of data collection. Many of these are available for free, such as QGIS software and environment dates. This project aimed to map and qualitatively analyze the Curral de Arame Watershed erosive susceptibility, using free GIS and environmental dates. Annual soil loss estimating values under study ranged from 0 to 389 tons per hectare per year. The greatest influence factor observed was CP factor - Use and Management and Conservation Practices, due to the region moderate slope.

Keywords: GIS, erosion, USLE, free, open source, conservation practices, management.

1. Introdução

A erosão hídrica é um fenômeno natural decorrente da interação do solo e das chuvas, porém, tal interação é intensificada por fatores como o manejo inadequado desse solo e a remoção da cobertura vegetal. Segundo Spatti Junior. (2011), estes fatores propiciam a produção excessiva de sedimentos gerando a eutrofização e o assoreamento de corpos d'água.

Tais fenômenos diminuem ou eliminam a vazão das fontes, alteram o comportamento de escoamento na calha dos canais fluviais além de diminuir a vida útil de reservatórios. De acordo com Silva, et al. (1995), as gotas da chuva em solos desprotegidos levam ao adensamento natural do mesmo, acarretando no selamento superficial, reduzindo a capacidade de infiltração da água.

A evolução desta panorâmica é crítica pois podem surgir ravinas e voçorocas tornando o solo improdutivo se medidas corretivas não forem adotadas nos estágios iniciais da erosão. Outros problemas importantes que podem ser favorecidos pela erosão hídrica é a inundação em períodos chuvosos e escassez de água em período de estiagem.

O estudo desse tema é importante pois é fundamental tomar conhecimento antecipado do potencial processo erosivo do solo de uma determinada área para que assim, seja possível tomar medidas mitigatórias.

Equação Universal de Perdas de Solo – EUPS WISCHMEIER; SMITH. (1978) é um modelo experienciado para estimar a perda média anual de solo por erosão laminar, considerando seis fatores independentes: $A = R.K.(L.S).C.P$. Em que: A = perda média anual de solo por unidade de área (ton/ha. ano); R = erosividade da chuva; K = erodibilidade do solo; L = comprimento da vertente; S = declividade da vertente; C = uso e manejo do solo e P = práticas conservacionistas.

Wischmeier & Smith. (1978) apontam a equação como importante instrumento de investigação sobre o processo erosivo pois, com base nas características e propriedades dos fatores ambientais responsáveis pelas perdas de solos, permite-se a divisão da paisagem em níveis de instabilidade, possibilitando ações mais efetivas de planejamento ambiental e otimização dos recursos naturais.

De acordo com Silveira, et al. (2014), a aplicação da tecnologia de Sistema de Informação Geográfica (SIG) facilita a maneira de como o uso do solo pode ser monitorado. Existe na atualidade, vários SIG disponibilizados gratuitamente na rede que têm se apresentado como excelente ferramenta na execução de projetos como este aqui proposto.

Ante o exposto, o desenvolvimento deste trabalho teve como objetivo mapear e analisar qualitativamente a susceptibilidade erosiva do solo da Bacia Hidrográfica do córrego Curral de Arame, aplicando para tanto, a Equação Universal de perda do Solo – EUPS com auxílio de geotecnologias gratuitas.

2. Materiais e Métodos

A área onde foi aplicado o estudo refere-se à Bacia Hidrográfica do Córrego Curral de Arame (figura 1). Se encontra nas coordenadas geográficas nas nascentes $22^{\circ}12'09''$ S por $54^{\circ}53'26''$ O e na foz $22^{\circ}23'16''$ S por $54^{\circ}49'07''$ O SCIAMARELLI et al. (2009). A região acaba de ser inserida na ampliação do perímetro urbano de Dourados/MS, já sendo alvo de loteamentos de alto padrão.

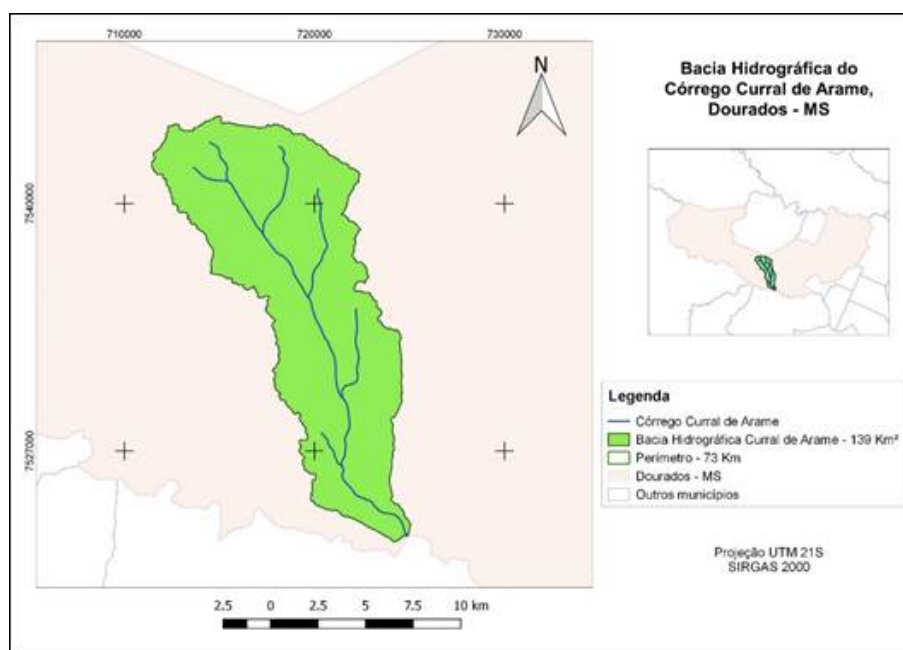


Figura 1

Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Curral de Arame em Dourados – MS

Com o objetivo de estimar a erosão hídrica laminar utilizou-se o modelo digital de superfície - MDS SRTM (Shuttle Radar Topograph Mission) USGS. (2000), que possui 30 m de resolução espacial e a imagens do satélite Landsat 8, órbita-ponto 224/75, com data de passagem de 04/08/2019, com 30 m de pixel, obtida através do sítio Earth Explorer. Foi adquirida ainda a carta topográfica oficial de Dourados, escala 1:100.000, produzida pela Divisão de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (DSG).

Também se utilizaram arquivos vetoriais (pontos, linhas e linhas fechadas), em formato shapefile Esri. (1997) da carta de solos (1:250.000) do Estado de Mato Grosso do Sul, obtido do Instituto do Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL).

O trabalho foi realizado no software livre e gratuito QGIS 3.4.0 QGIS DEVELOPMENT TEAM. (2019), e dividido em cinco etapas:

2.1 Delimitação da Bacia Hidrográfica Curral de Arame

A delimitação automática, para o MDE SRTM, foi realizada através da aplicação do pacote de algoritmos GRASS, instalado no QGIS 3.4.0 (2019). Por meio deste, elabora-se os segmentos de fluxo, direções de drenagem bem como, a área de influência da Bacia Hidrográfica pelo ponto exutório, possibilitando o cálculo de área e perímetro do local.

2.2 Obtenção do Fator Topográfico (LS)

Após inserção do SRTM Usgs. (2000) no software QGIS 3.4.0 utilizou-se a ferramenta r.watershed e Slope lenght and steepness (LS) factor for USLE

2.3 Obtenção do Mapa de Uso da Terra e Cobertura Vegetal - Fatores (C e P)

Os fatores C e P devem ser analisados em conjunto quando se pretende avaliar a perda de solo por erosão, portanto, obteve-se um único mapa com esses fatores integrados. Foi realizada visita a campo para levantamento de pontos de controle através do GPS Garmin, os quais foram utilizados para treinar o classificador do software QGIS 3.4.0 (2019). Com a classificação destes pontos, o software classificou as outras áreas da imagem, levando em conta a semelhança destas com a dos pontos de controle.

Primeiramente fez-se a fusão das bandas da imagem com a ferramenta “mosaico”, em miscelânea, com as bandas 8-4-3-2 e após e após, aplicou-se a composição cor verdadeira RGB (Red, green, blue): 4-3-2. Utilizou-se o plugin Dzetsaka que realiza a classificação semi-automática supervisionada da imagem. Os valores do fator CP adotados foram os sugeridos por Oliveira. (2012), sendo eles:

Tabela 1
Valores do Fator CP para cada classe de uso do solo adaptado de Oliveira (2012)

Classes	Fator CP
Áreas artificiais	0
Solo Desnudo	1
Corpos hídricos e áreas úmidas	0
Florestas e áreas seminaturais	0,0007
Áreas agrícolas	0,25

Por fim, utilizou-se o plugin Multiedit, obtendo-se o fator CP, conforme imagem 4.

2.4 Obtenção do Mapa de Erosividade da Chuva – Fator R

O Fator R da EUPS, representa a erosividade da chuva e do escoamento superficial associado, sendo a erosividade determinada pelo índice EI 30 de cada chuva. De acordo com Mazurana et al., este índice representa o produto da energia cinética total da chuva (E , MJ ha⁻¹ pela intensidade máxima da chuva com base em um período de 30 minutos contínuo de chuva (I30, mm h⁻¹).

Para a área de estudo, o fator R foi alcançado por meio do recorte da carta de erosividade da chuva do Estado de Mato Grosso do Sul, criada por Oliveira, et al. (2012). Para a elaboração da mesma, os autores utilizaram dados de três estações pluviométricas dos Municípios de Campo Grande, Dourados e Coxim, junto com os dados de precipitação de 109 estações pluviométricas do Estado de Mato Grosso do Sul disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas (HidroWeb).

O recorte da carta, apresentado na figura 5, foi obtido com a ferramenta “recortar raster pela camada de máscara” em “extrair”, do Qgis 3.4.0.

2.5 Obtenção do Mapa de Erodibilidade do Solo – Fator K

O mapa do fator de erodibilidade do solo (K) foi elaborado utilizando-se Mapa de Solos de Mato Grosso do Sul, na escala 1:250.000, fornecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em formato shapefile ESRI. (1997), que foi recortado de acordo com o limite da Bacia Hidrográfica do Córrego Curral de Arame.

A nomenclatura da classificação do solo foi atualizada de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos EMBRAPA. (2013) e o valor de K atribuído foi o mesmo proposto por Paranhos Filho. (2000), sendo Latossolo Vermelho com valor de K de 0,012 (ton.ha.h.ha-1.MJ-1.mm-1) para a região do estudo.

Posteriormente, rasterizou-se o arquivo shapefile, com a ferramenta “converter vetor para raster” em “converter” do Qgis 3.4.0, para posterior utilização na equação EUPS.

2.6 Carta de Estimativa de Perda Anual de Solo - Fator A

A partir da ferramenta “calculadora Raster”, disponível no Qgis 3.4.0 (2019) efetuou-se a integração de todos os fatores que compõem a EUPS, elaborando assim a carta da Estimativa de Perda Anual de Solo para a Bacia Hidrográfica do Córrego Curral de Arame, Fator A.

$$A = R.K.(L.S).C.P \text{ (Equação 1)}$$

Onde: A = perda média anual de solo por unidade de área (ton/ha. ano); R = erosividade da

chuva; K = erodibilidade do solo; L = comprimento da vertente; S = declividade da vertente; C

= uso e manejo do solo e P = práticas conservacionistas.

Esses valores foram divididos em 5 classes, conforme tabela 2.

Tabela 2

Classificação de perda de solo anual por faixa de valores, proposta por Carvalho. (2008).

Classes	Perda de Solo (t /ha.ano)
Nula a moderada	< =15
Média	15 a 50
Média a forte	50 a 120
Forte	120 a 200
Muito Forte	> 200

adaptada de Carvalho. (2008).

3. Resultados

3.1 Delimitação da Bacia Hidrográfica Curral de Arame

O MDE gerado, bem como os segmentos de fluxos do córrego, a área e perímetro da bacia hidrográfica estão apresentados na figura 2. Obteve-se como resultado uma área de influência de 139 km² e perímetro de 73 Km.

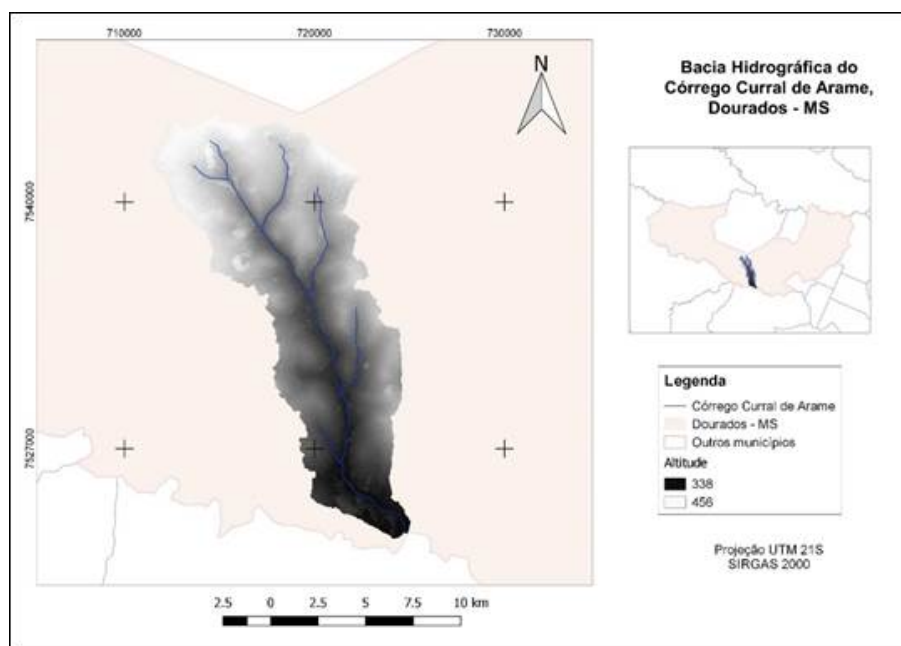


Figura 2

Mapa apresentando o Modelo Digital de Elevação da Bacia Hidrográfica do Córrego Curral de Arame.

De acordo com Santos, et. al. (2019), analisadas as características morfométricas da Bacia Hidrográfica do Córrego Curral de Arame, verifica-se que a mesma indica probabilidade de ocorrências de cheias de baixa a mediana, uma vez que o coeficiente de compacidade e o índice de circularidade indicam que a bacia possui forma mais alongada e esguia indicando assim que a Bacia apresenta baixa tendência a inundação.

3.2 Fator LS

A carta que representa o Potencial Topográfico de Erosão Hídrica Laminar, fator LS, possui valores variando de 0 a 2.5, com predomínio de valores entre zero e um (Figura 3), na área de estudo. Valores baixos para este fator indicam menores taxas de escoamento superficial, consequentemente, desfavorece a erosão hídrica laminar. Verifica-se que os maiores valores foram encontrados nas proximidades do curso d'água, destacando assim a importância da preservação da mata ciliar.

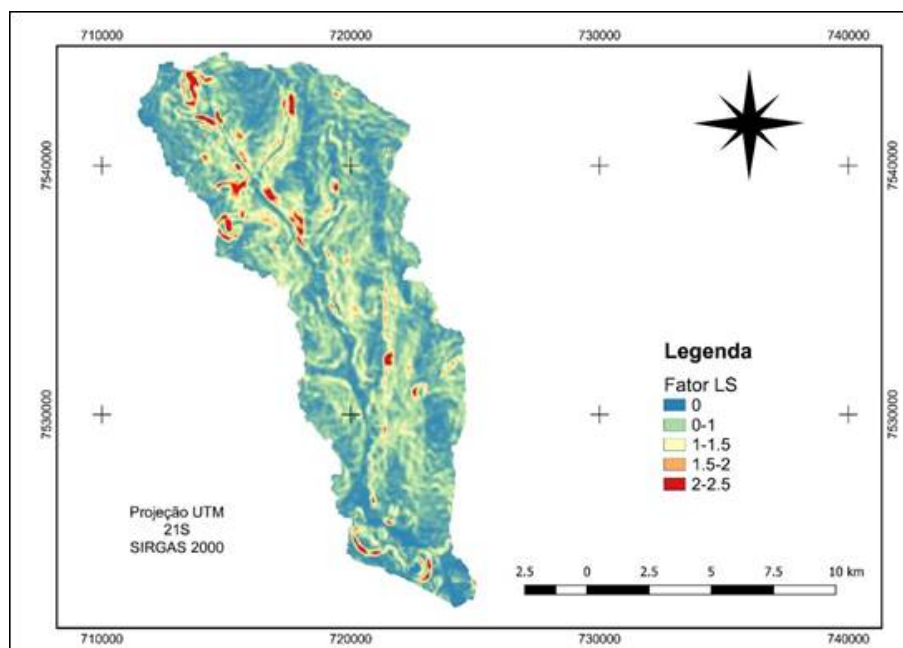


Figura 3

Carta do Fator topográfico da Bacia Hidrográfica do Córrego Curral de Arame – Fator LS.

A Bacia Hidrográfica não apresenta relevo acentuado, portanto, esperava-se um Fator LS com valores baixos. Entretanto, apenas este fator isolado não é indicativo de que não está ocorrendo Erosão Hídrica na área de estudo. Deve-se analisar os demais fatores em conjunto.

3.3 Fator CP

A carta do fator CP (Figura 4), indica que os valores variam de 0 a 1, sendo o valor zero representativo de corpos d'água, áreas úmidas e artificiais, o valor 0,0007 associado a áreas de cobertura vegetal mais densa, o valor 0,25 correspondente a áreas com pouca ou nenhuma presença de cobertura vegetal representada por áreas cultiváveis, pastagens e áreas urbanas, e por fim o valor 1 que corresponde a solo exposto.

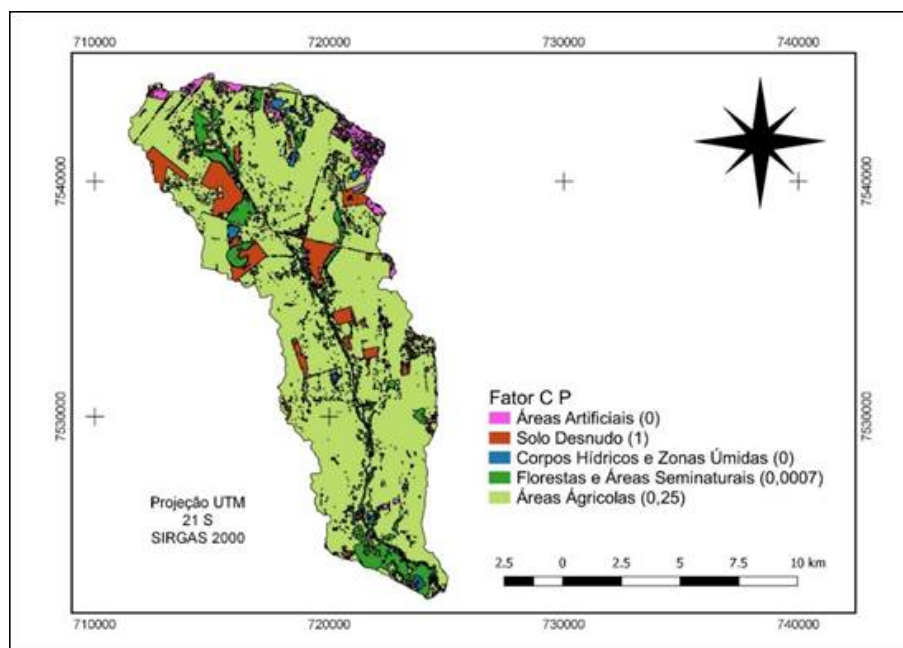


Figura 4

Carta de uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Curral de Arame - Fator CP.

A presença de cobertura vegetal, e sua densidade, tem influência diretamente no processo erosivo. Quanto maior a densidade de cobertura vegetal, menor a perda de solo por erosão, pois ela promove proteção e estabilidade a sua superfície, garantindo menor suscetibilidade à erosão pelas partículas de solo. Áreas com solo exposto ou com vegetação mais rala, tendem a sofrer mais com erosão do que áreas mais densamente cobertas por conta da ausência de proteção diante da energia potencial e energia cinética da água proveniente de chuvas. A Bacia Hidrográfica já apresenta pontos de solo exposto, sem proteção vegetal e estes são preocupantes, principalmente os localizados próximos ao curso d'água, podendo agravar problemas como assoreamento do mesmo. Maior parte da Bacia Hidrográfica se destina a agricultura, como se observa na figura 4, portanto requer especial atenção, visto que se a atividade for desenvolvida sem práticas conservacionistas, aumenta a perda de solo.

3.4 Fator R

Toda a Bacia Hidrográfica apresenta índices de erosividade ente 6600 a 6700 MJ.mm/ ha.h por ano, indicando assim, segundo Santos. (2008) classe média (5000

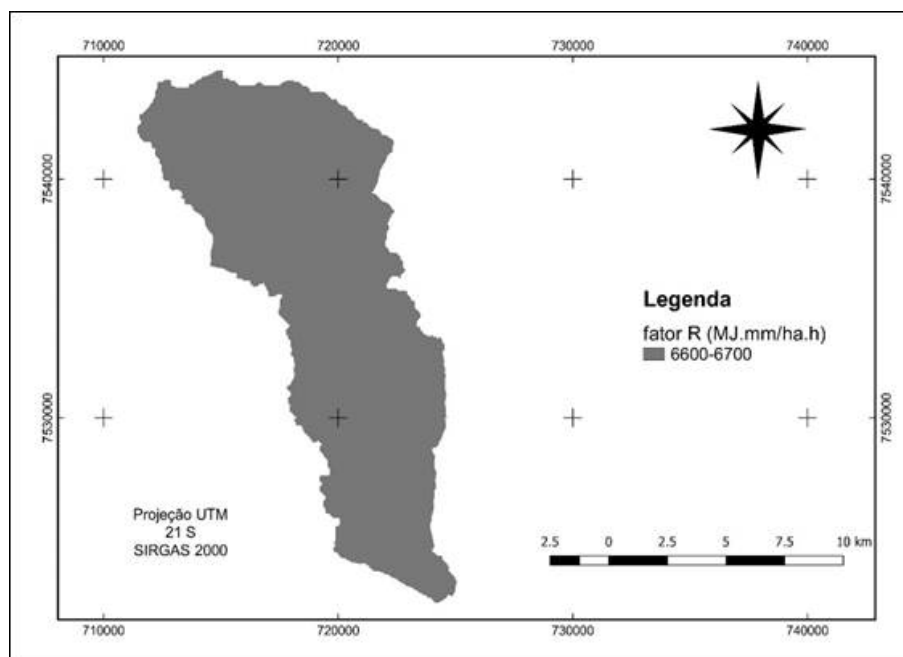


Figura 5

Carta de Erosividade da Bacia Hidrográfica do Córrego Curral de Arame - Fator R.

3.5 Fator K

A erodibilidade é um fator intrínseco de cada classe de solo e representa maior ou menos suscetibilidade á erosão hídrica. Observa-se pela Figura 6 que a área da Bacia Hidrográfica é composta pela classe Latossolo Vermelhos, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos EMBRAPA. (2013). Tais solos, são profundos, bem desenvolvidos e menos suscetíveis a erosão e apresenta fator K de 0,012. Entretanto, devido serem bastante utilizados em atividades agropastoris, deve-se tomar cuidados no seu manejo, observando ainda a declividade pois estes fatores estão relacionados á erosão.

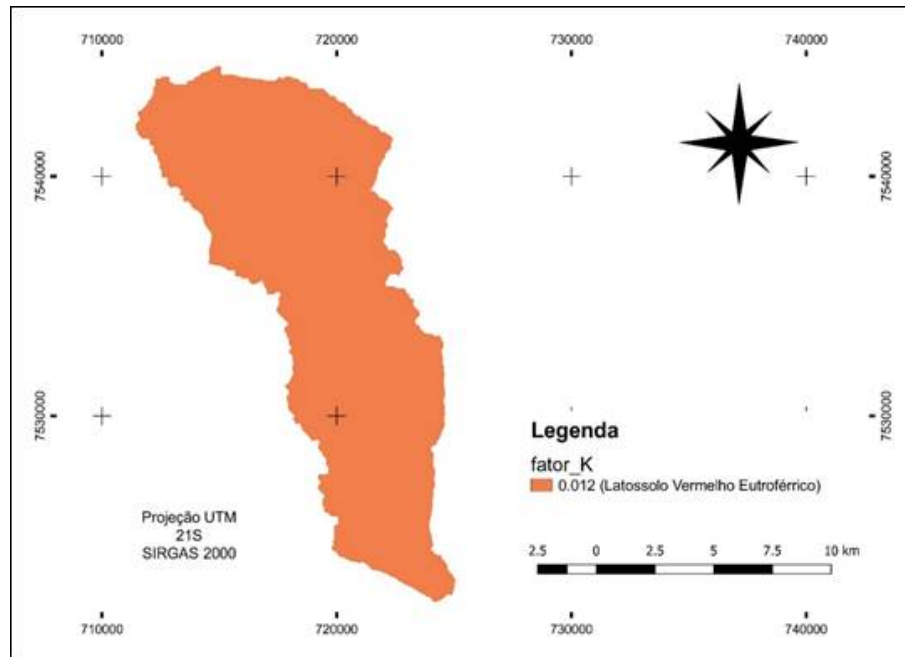


Figura 6

Carta de erodibilidade dos solos da Bacia Hidrográfica do Córrego Curral de Arame – Fator K.

3.6 Fator A

Através da álgebra de mapas obteve-se o mapa de perda do solo em toneladas por hectare ano – Fator A (Figura 7). Os valores para a estimativa da perda anual de solo para o local em estudo, variaram entre 0 e 389 toneladas por hectare ao ano.

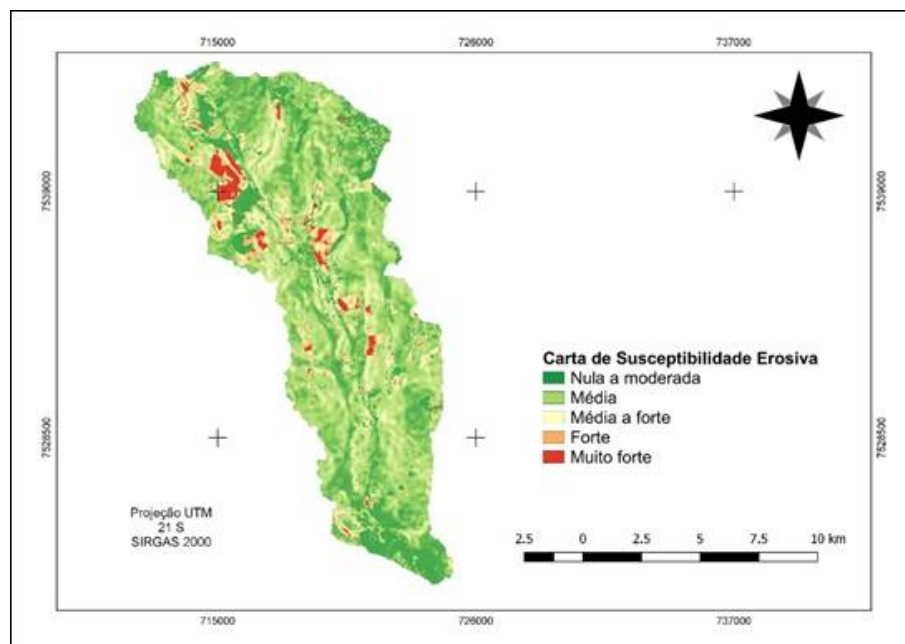


Figura 7

Carta de Susceptibilidade Erosiva da Bacia Hidrográfica do Córrego Curral de Arame.

Após a obtenção do mapa, usou-se o algoritmo r.report para gerar o relatório de área para cada classe, conforme tabela 3.

Tabela 3
Classificação de perda de solo anual por faixa de valores.

Perda de Solo	Porcentagem
Nula a moderada	59,0
Média	37,0
Média a forte	3,0
Forte	0,5
Muito Forte	0,3
TOTAL	99,8

própria.

Observa-se que quase 60% da área da Bacia Hidrográfica tem uma estimativa de perda de solo anual de nula a a moderada, ou seja, menor que 15 toneladas por hectare.ano. Apenas 0,3% uma estimativa muito forte, entretanto, 37% da área da Bacia Hidrográfica teve uma estimativa de perda de solo média (15 a 50 t/ha.ano), requerendo atenção e práticas conservacionistas pra que a situação não se agrave. Estudo realizado por Zolin. (2018), para a Bacia Hidrográfica do Córrego Laranja Doce, em Dourados – MS, área proxima a região deste estudo, constatou que 66,3% da mesma possui erosão anual nula ou média.

Considerando que os modelos matemáticos de previsão da erosão na bacia, em ambos os trabalhos, foram realizados utilizando dados ambientais de média resolução espacial, os valores estimados de perda de solo não devem ser tomados como absolutos. Porém, a EUPS aliada a geotecnologia gratuita, permite identificar as áreas mais problemática concernentes à perda de solo proveniente da ocupação atual, permitindo assim uma indicação mais acurada dos pontos mais sensíveis para direcionamento de trabalhos à campo.

Apesar da Bacia apresentar suscetibilidade erosiva, em sua maioria, de nula a moderada, recentemente a região foi inserida no perímetro urbano de Dourados e vem sendo alvo de loteamentos. Pode-se verificar que parte dos loteamentos em execução têm avançado sobre áreas onde a susceptibilidade é de média a muito forte em alguns pontos (Figura 8). Sob este aspecto, presente trabalho pode ser utilizado como uma das ferramentas norteadoras de planejamento e zoneamento, a custos reduzidos.

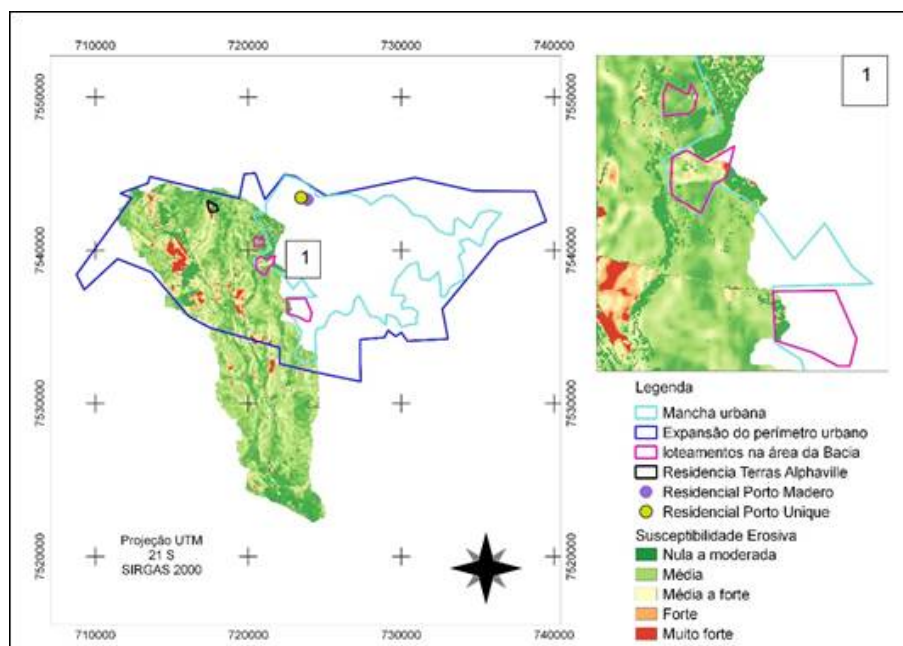


Figura 8
Carta de susceptibilidade x mancha urbana

Comunidades com menor poder aquisitivo, tendem a ocupar áreas de menor custo de aquisição, sendo estas, em geral, as áreas mais sensíveis do ponto de vista da segurança ambiental à ocorrências de desabamentos, inundações e incêndios SANTOS CARVALHO & GALVÃO. (2006). Por tal, a ocupação de áreas de risco forte a muito forte devem ser preconizados de estudos de engenharia detalhados, para definição da viabilidade de implementação dos loteamentos urbanos, a fim de se evitar futuros transtornos à população e danos ao meio ambiente

4. Discussão

Através dos fatores que compõem a EUPS, observou-se que a maior influencia sobre os valores de estimativa das perdas de solo para a bacia Hidrográfica em estudo, foi o fator CP- (Uso e Manejo e Práticas Conservacionistas), dado que a região não apresenta declividades expressivas. Observa-se que as menores estimativas de perda de solo têm correlação com áreas de florestas, ao passo que as maiores estimativas encontram-se nas áreas de solo exposto, sem ou com reduzida cobertura vegetal. Tal fato requer atenção pois, tais áreas problemáticas se encontram próximas ao curso d'água, e muitas vezes em áreas de mata ciliar. Outro fato que requer atenção é que a área da Bacia vem sendo alvo de loteamentos urbanos. A importância do uso de ferramentas de planejamento ambiental, como a carta de susceptibilidade erosiva, mesmo que qualitativa, são fator potencial à definição de áreas de especial interesse ambiental, com vistas a preservação dos recursos naturais, em especial, os recursos hídricos, e no norteamento das políticas públicas de uso e ocupação do solo de uma região.

5. Referências

- CARVALHO, N.O. (2008). Hidrossedimentologia Prática. Rio de Janeiro: CPRM – Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais, 600 p.
- EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. (2013). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Produção de Informações. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 3ª ed., 353p.
- ESRI Inc. (1997). ARC / INFO version 7.11. Environmental Systems Research Institute Inc. New York, 1 CD ROM.
- HIDRO WEB. Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas (HidroWeb). <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/sistemas>.
- IBGE. (2019). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/dourados/panorama>.
- MACIEL, M. M. (2000). APLICAÇÃO DA EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDAS DE SOLO (USLE) EM AMBIENTE DE GEOPROCESSAMENTO E SUA COMPARAÇÃO COM APTIDÃO AGRÍCOLA. Curitiba, PR.
- MAZURANA, J.; CASSOL, E. A.; SANTOS, L. C.; ELTZ, F. L. F.; BUENO, A. C. (2009). Erosividade, padrões hidrológicos e período de retorno das chuvas erosivas de Santa Rosa (RS). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 13, suplemento, p. 975-983,
- OLIVEIRA, P.T.S.; WENDLAND, E.; NEARING, M.A. (2012). Rainfall erosivity in Brazil: A review. Catena, 100:139-147,
- QGIS. Development Team. QGIS 2.18.16.
- SANTOS CARVALHO, C.; GALVÃO, T. (Org.). (2006). Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais. Brasília: Cities Alliance, 111 p.
- SANTOS, C.N. (2008). El Niño, La Niña e a erosividade das chuvas no Estado do Rio Grande do Sul. Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
- SANTOS, L. L. D.; RIBEIRO, V. D. O.; DIODATO, J. O. (2019). Morphometry of the hydrographic basins inserted in the urban area of Dourados – MS – Brazil. R. Ra'cGa. DOI: 10.5380/raegaCuritiba, v.46, n. 3, p. 75 -87, Set/2019.
- SCIAMARELLI, A.; PEREIRA, J. G.; KOCH, I.; PIRES, J. S. R. (2009). Caracterização física, ambiental da micro bacia do córrego Curral de Arame, Dourados, MS e avaliação temporal das formações vegetacionais nativas através de imagens LANDSAT. In: 2º SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, CORUMBÁ, 2009, p. 623 – 632.
- SILVA, M.L.N.; CURI, N.; MARQUES, J.J.G.; LIMA, L.A.; FERREIRA, M.M.; LIMA, J.M. (1995). Resistência ao salpico provocado por impacto de gotas de chuva simulada em Latossolos e sua relação com características químicas e mineralógicas. Ciência e Prática, v. 19, n. 2, p. 348-354, 1995.
- SILVEIRA, G. R. P.; CAMPOS, S.; GARCIA, Y. M. (2014). Sistema de Informações Geográficas aplicado ao diagnóstico do uso da terra da bacia

hidrográfica do Córrego São Caetano – Botucatu (SP). Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 10, n. 2, p. 238-249, 2014.

- SPATTI JUNIOR, E. P. (2011). Avaliação ambiental, caracterização da qualidade de água e transporte de sedimentos da bacia hidrográfica do Ribeirão Monjolo Grande (SP). 2011. 76 f. Dissertação - (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2011.
- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. (1978). Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Agricultural Handbook n.537. U.S. Department of Agriculture. Washington, USDA Handbook. 1978.
- ZOLIN, T. D. S. (2018). Índices de prioridade para recuperação de áreas em bacias hidrográficas no MS – Dourados, MS: UEMS, 2018. 99 f. ; 30 cm. Tese (Doutorado) – Recursos Naturais – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2018.