

Geotecnologias aplicadas à avaliação do potencial à erosão hídrica dos solos do município de Salto do Céu – MT

Maria Cândida Moitinho Nunes¹
Sandra Mara Alves da Silva Neves²
Jesá Pereira Kreitlow²
Ronaldo José Neves²
Antonio Marcos Chimello¹

¹Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/ Campus Cáceres
Laboratório de Erosão e Conservação Ambiental .
Av. Santos Dumont, s/n. Bairro: Santos Dumont
78200-000 - Cáceres, MT, Brasil
nunes.candida@gmail.com
antoniokimelo@hotmail.com

² Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/ Campus Cáceres
Curso de Geografia Laboratório de Geotecnologias
Av. Santos Dumont, s/n. Bairro: Santos Dumont
78200-000 Cáceres, MT, Brasil
ssneves@unemat.br
jesapk1@hotmail.com
rjneves@terra.com.br

Resumo: A suscetibilidade e o processo de erosão hídrica do solo podem ser considerados os principais fatores de identificação de áreas degradadas. O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial à erosão hídrica dos solos do município de Salto do Céu – MT, região sudoeste mato-grossense, visando o planejamento adequado do uso da terra desta unidade territorial. Foi realizada, através de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), a compartimentação morfopedológica da área desagregando-a em compartimentos e subcompartimentos. O mapa de erodibilidade foi gerado pela associação do mapa de solos com classes de erodibilidade. A associação do mapa de erodibilidade com o do fator topográfico originou o mapa de susceptibilidade à erosão hídrica. Para obtenção do mapa do potencial à erosão hídrica foi realizada a compatibilização do mapa de susceptibilidade à erosão com o de capacidade de uso da terra, considerando as classes de uso da terra. O município de Salto do Céu apresenta 59,57% de sua área composta por Argissolos; No município, 23,41% da área apresentam erodibilidade classificada como muito alta, 67,80% erodibilidade média e 8,79% erodibilidade baixa; As áreas com alta erodibilidade são compostas por Neossolo Regolítico Distrófico, Neossolo Quartzarênico e Nitossolo Vermelho Eutrófico; Os locais de alto potencial à erosão hídrica são compostos por solos de erodibilidade muito alta submetidos a atividades antrópicas inadequadas. Os resultados obtidos em SIG estão sendo validados por meio de coletas de solo em campo e análises físico-químicas em laboratório.

Palavras-chaves: Sistemas de Informação Geográfica, susceptibilidade, degradação, uso da terra.

Abstract: The susceptibility and the process of soil erosion can be considered the main factors for the identification of degraded areas. The aim of this study was to evaluate the potential rainfall erosion of soils in the municipality of Salto do Céu - MT, southwestern Mato Grosso, seeking the proper planning of land use in the city. Was performed by means of Geographic Information Systems (GIS), the partitioning morfopedológico area, in compartments and subcompartments. The erodibility map was generated by the association with the soil map of erodibility classes. The association of erodibility map with the slope factor originated map of laminar susceptibility to rainfall erosion. To obtain the map of potential rainfall erosion laminate was held to reconcile the statement of susceptibility to erosion with the capacity of land use, considering the classes of land use. The municipality of Salto do Céu has 59.57% of its area composed of Acrisols. In the city, 23.41% of the present erodibility classified as very high, 67.80% average erodibility and 8.79% erodibility low; Areas with high erodibility are composed of Regosols, Arenosols and Nitossols; sites with high potential for rainfall erosion are composed of very high erodibility soils subjected to inappropriate human activities. The results of this model are validated through field sampling of soil and physical-chemical analyzes performed in the laboratory.

Key Words: Geographic Information Systems, susceptibility, degradation, land use.

1. Introdução

O município de Salto do Céu, localizado na região sudoeste do Estado de Mato Grosso contido na Bacia do Alto Paraguai - BAP tem sua economia sustentada na agropecuária, com inúmeros assentamentos e pequenos produtores rurais. Até o final da década de 90, o município de Salto do Céu teve 78,08% da sua área desmatada. No ano de 2002, o desmatamento chegou a 79,67%, sendo classificado como o município com a quarta maior área desmatada da Bacia Hidrográfica do Rio Cabaçal. O município pertence à parte componente do Planalto, portanto, os índices quantificados de desmatamento somam-se aos índices de toda a área de planalto (Avelino, 2007).

A erosão hídrica do solo se constitui em um processo de desagregação e transporte de suas partículas pelos agentes erosivos (Ellison, 1947), enquanto que a erodibilidade é um atributo intrínseco de cada solo e depende de suas características físicas, químicas e mineralógicas (Albuquerque et al., 2000; Nunes & Cassol, 2008). A erosão pode levar os solos a perderem sua capacidade produtiva, com consequente aumento de custos com saúde e alimentação, além da poluição e assoreamento dos cursos d'água (Nunes & Cassol, 2008). A crescente ocupação da região sudoeste do Estado de Mato Grosso tem provocado o desmatamento de grande parte da vegetação natural para a instalação de pastagens e de lavouras, sem o adequado uso e manejo do solo, originando áreas com alto grau de degradação. A suscetibilidade e o processo de erosão hídrica do solo podem ser considerados os principais fatores de identificação de áreas degradadas. Conforme Peixoto et al. (1997), o aumento no grau de degradação dos recursos naturais tem demandado da ciência e da sociedade providências urgentes visando sua recuperação, manejo e conservação.

As áreas de risco à erosão hídrica do solo são sujeitas a desequilíbrios ou instabilidades ambientais que se operam no conjunto de fatores correspondentes de um geossistema, afetado por alterações espontâneas (naturais) e ou por intervenções antrópicas (Góes, 1994). É necessário que se conheçam as características geológicas, geomorfológicas, pedológicas e climáticas da área em estudo, pois os processos morfogenéticos hoje atuantes sobre o meio antropogênico são agravados pela introdução de tecnologias inadequadas e práticas associadas às economias destrutivas que podem desencadear a dinamização destes processos de forma drástica e catastrófica (Boin, 2000). A ocupação humana do

solo apresenta o fator decisivo na aceleração dos processos erosivos, que são comandados pelo volume d'água que atinge o terreno e sua distribuição no tempo e espaço, cobertura vegetal, tipo de solo/rocha e topografia (Cunha, 1995).

As áreas de encostas, cujos solos sofreram e sofrem por ações antrópicas inadequadas apresentam riscos de erosão do solo. Tal risco varia de acordo com os níveis de instabilidade ambiental e o grau de erodibilidade do solo. O rápido processo de erosão do solo pode ser ampliado por um conjunto de fatores (chuva, escoamento, solo, encosta, cobertura vegetal e práticas conservacionistas) (Góes, 1994). Esse conjunto de fatores são respostas a diferentes ações ou imposições antrópicas como: desmatamentos das encostas para plantio de pastagens ou cultivos de subsistência; pisoteio do gado nas médias/baixas encostas; abertura de segmentos viários em conjuntos colinosos e atividades minerais. Em função de seus atributos físicos os solos serão mais ou menos vulneráveis à erosão. Essa resistência do solo em ser transportado vai depender da sua proteção natural e/ou manejo de usos adequados e práticas conservacionistas (Faria et al., 2003).

O uso das geotecnologias possibilita a aquisição, manipulação e a integração de dados temáticos servindo de subsídios para a caracterização espacial/temporal de áreas com suscetibilidade a processos erosivos (Valério Filho & Araújo Junior, 1995). O emprego de SIG auxilia no direcionamento do trabalho de campo proporcionando redução de tempo na obtenção de resultados. Além disso, a combinação de informações georreferenciadas, geradas pelo sistema, acelera a identificação de áreas susceptíveis à erosão (Valente, 1995). O sensoriamento remoto é uma ferramenta capaz de subsidiar a identificação e avaliação de áreas degradadas, na medida em que contribui para a discriminação de alvos com diferentes comportamentos espectrais presentes nas imagens, pois as técnicas de processamento e tratamento de imagens são utilizadas para identificar áreas desmatadas e pastagens impactadas a partir de diferentes tipos de uso (Silva et al., 2007).

A perda de solo por erosão hídrica reduz a capacidade produtiva das terras e pode incorrer na contaminação dos cursos d'água, causando prejuízos ambientais, econômicos e sociais. A identificação dos locais de maior erodibilidade e potencial erosivo pode auxiliar na tomada de decisão sobre o uso e sistema de manejo a ser adotado, visando a conservação dos recursos naturais e da biodiversidade.

2. Objetivo

Este estudo teve como objetivo avaliar o potencial à erosão hídrica dos solos do município de Salto do Céu – MT, região sudoeste mato-grossense contida na Bacia do Alto Paraguai, visando otimizar o planejamento do uso da terra no município.

3. Material e Métodos

3.1. Área de Estudo

O município de Salto do Céu está localizado na região sudoeste matogrossense (**Figura 1**), com área territorial de 1.752,34 km². O município possui uma população 3.908 habitantes, sendo que 2.185 (55,9%) vivem na zona urbana e 1.723 (44,1%) na rural (IBGE, 2010).

A área municipal de Salto do Céu está distribuída nos biomas Amazônia e Cerrado e o solo predominante é do tipo Argissolo Vermelho distrófico (SEPLAN, 2007). O clima é Tropical quente e sub-úmido e a vegetação de Savana (Cerrado). Seu Índice

de Desenvolvimento Humano (IDH) é de 0,702, abaixo da média do estado que é de 0,773, que se encontra, por sua vez, abaixo da média do País, que é de 0,788 (Atlas de Desenvolvimento Humano/PNUD, 2000).

3.2. Procedimentos Metodológicos

Para a execução do trabalho foi realizado o levantamento de dados dos mapeamentos produzidos por órgãos públicos (SEPLAN/MT, SEMA/MT, IBGE, INPE e ANA). Os mapeamentos de interesse foram compilados, compatibilizados e organizados em um Banco de Dados Geográficos - BDG no Sistema de Informações Geográficas ArcGis, versão 9.2, da Esri.

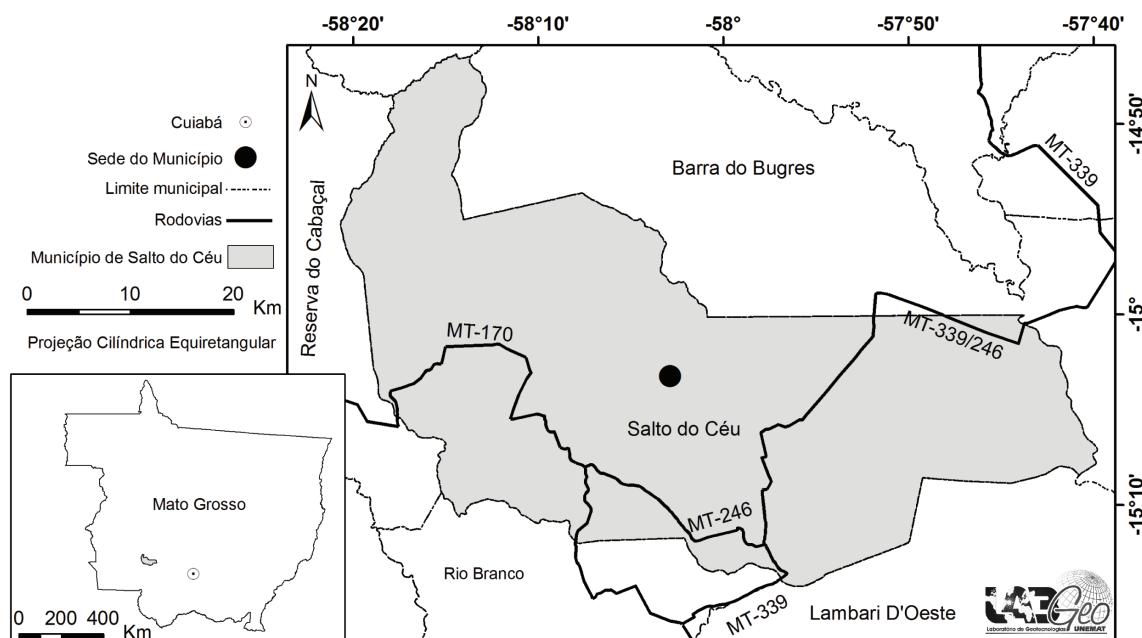


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo. Fonte: Labgeo Unemat - 2012.

Primeira etapa: Foi realizada a compartimentação morfopedológica da área, por meio da associação de dados dos mapas geomorfológico e pedológico. Após foi realizado um refinamento, através da inserção das informações relativas às fases do relevo (Embrapa, 2006), cujo desdobramento foi a geração de subcompartimentos.

Segunda etapa: O mapa de erodibilidade foi gerado pela associação do mapa de solos da SEPLAN (2007), nomenclatura atualizada conforme Embrapa (2006), com as classes de erodibilidade sugeridas por Salomão (2010).

A associação do mapa de erodibilidade com o do fator topográfico (LS) originou o mapa de susceptibilidade à erosão hídrica laminar. A definição das classes de susceptibilidade à erosão, com base no percentual de declive, seguiram os critérios do IPT (1990).

O mapa do fator topográfico (LS) corresponde ao mapa de isodeclividades de Salomão (2010) e foi obtido por meio do Modelo Digital de Elevação (MDE), gerado a partir do radar interferométrico (SRTM - Missão Topográfica Radar Shuttle), banda C, com resolução espacial de 90 x 90m, de 2004, obtidas gratuitamente no site da Global Land Cover Facility. O processamento digital das cenas incluiu: geração de mosaico, verificação da ocorrência dos valores de altitude e inexistência de valores (buracos) e conversão de projeção. A partir das imagens de radar tratadas e das técnicas computacionais foram gerados os mapas clinográficos (declividade) e de direção de fluxo. Esses mapas foram

reclassificados e combinados de modo a gerar o mapa de rampas homogêneas, de onde foram extraídos os valores de declividade média de rampa e de altura de rampa. Maiores detalhamentos podem ser obtidos em Fornelos e Neves (2007).

Terceira etapa: Para obtenção do mapa do potencial à erosão hídrica laminar foi realizada a compatibilização do mapa de susceptibilidade à erosão com o de capacidade de uso da terra, considerando as classes de uso da terra sugeridas por Salomão (2010).

Para validar o mapeamento foi realizado trabalho de campo, no qual foram observados quatro pontos de erosão no município de Salto do Céu. Foi utilizado o Sistema de Posicionamento Global - GPS para a identificação dos pontos em processo de erosão hídrica.

Os arquivos gerados foram submetidos à correção por meio das informações obtidas em campo, e na sequência no ArcGis foram elaborados dos layouts e as quantificações, que subsidiaram as análises a seguir apresentadas.

4. Resultados e Discussão

A partir da **Tabela 1** observa-se que o compartimento mais representativo (23,93%) é o número 10, composto por SISTEMA DE DISSECAÇÃO + ARGISSOLO VERMELHO DISTRÓFICO. O segundo mais representativo (18,04%) é o sub-compartimento 4.1, que apresenta Sistema regional de Aplanamento 2 + ARGISSOLO VERMELHO DISTRÓFICO, seguido pelo compartimento 3 (16,60%), composto por Sistema regional de Aplanamento 2 + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO.

Tabela 1. Descrição e representatividade dos compartimentos e sub-compartimentos do município de Salto do Céu-MT.

Compartimento e sub-compartimento	Nome compartimento	Área (ha)	Área (%)
1	Sistema de Dissecação em Colinas e Morros + Cambissolo Háplico	3.474,351	1,984
	Sistema de Dissecação em Colinas e Morros + Neossolo Regolítico		
2	Distrófico	941,377	0,537
3	Sistema regional de Aplanamento 2 + Neossolo Quartzarênico	29.068,989	16,596
	Sistema regional de Aplanamento 2 + Argissolo Vermelho		
4.1	Distrófico	31.599,738	18,041
	Sistema regional de Aplanamento 2 + Argissolo Vermelho		
4.2	Distrófico	6.503,111	3,713
	Sistema regional de Aplanamento 2 + Argissolo Vermelho		
4.3	Distrófico	5.510,298	3,146
5	Sistema de Planície Fluvial + Argissolo Vermelho Distrófico	2.136,959	1,220
	Sistema regional de Aplanamento 2 + Nitossolo Vermelho		
6.1	Eutrófico	3.728,506	2,129
	Sistema regional de Aplanamento 2 + Nitossolo Vermelho		
6.2	Eutrófico	41,849	0,024
	Sistema regional de Aplanamento 2 + Nitossolo Vermelho		
6.3	Eutrófico	867,960	0,496
	Sistema de Dissecação em Colinas e Morros + Argissolo Amarelo		
7	Distrófico	18.228,561	10,407
	Sistema de Dissecação em Colinas e Morros + Argissolo Vermelho		
8.1	Eutrófico	1.091,730	0,623
	Sistema de Dissecação em Colinas e Morros + Argissolo Vermelho		
8.2	Eutrófico	665,629	0,380
	Sistema de Dissecação em Colinas e Morros + Argissolo Vermelho		
8.3	Eutrófico	5.388,321	3,076

(continua...)

continuação

8.4	Sistema de Dissecação em Colinas e Morros + Argissolo Vermelho Eutrófico	4.439,195	2,534
9	Sistema de Dissecação em Colinas e Morros + Latossolo Vermelho Distrófico	14.455,952	8,253
10	Sistema de Dissecação + Argissolo Vermelho Distrófico	41.908,170	23,926
11	Sistema regional de Aplanamento 3 + Argissolo Vermelho Distrófico	5.106,559	2,915
Total		175.157,254	100

De forma geral, o município apresenta 59,57% de sua área composta por ARGISSOLOS VERMELHOS, os quais são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou com atividade alta conjugada com saturação por bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B (Embrapa, 2006). Os ARGISSOLOS são susceptíveis à erosão devido ao gradiente textural e à mudança textural abrupta, uma vez que o horizonte subsuperficial, de menor permeabilidade, favorece o escoamento superficial da água e, consequentemente, a erosão (Carvalho et al., 2005).

O sub-compartimento 3 (**Figuras 2 e 3**) é composto por solos do tipo NEOSSOLO QUARTZARÊNICO, os quais representam 16,60% da área do município. Estes solos não apresentam contato lítico dentro de 50 cm de profundidade, com sequencia de horizontes A-C, porém apresentam textura arei ou arei franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm (Embrapa, 2006). Os NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS apresentam baixa resistência à erosão hídrica, devido aos altos teores de areia e baixos de argila e matéria orgânica, resultando em fraca agregação (Bertol & Almeida, 2000).

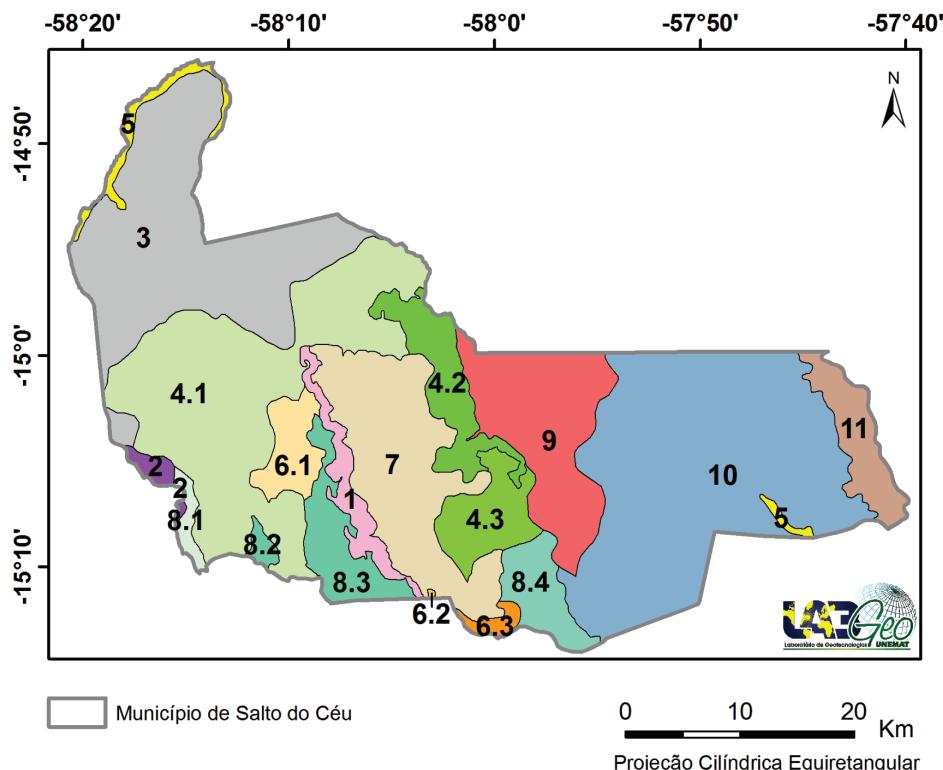


Figura 2. Mapa dos compartimentos e sub-compartimentos morfopedológicos do município de Salto do Céu.

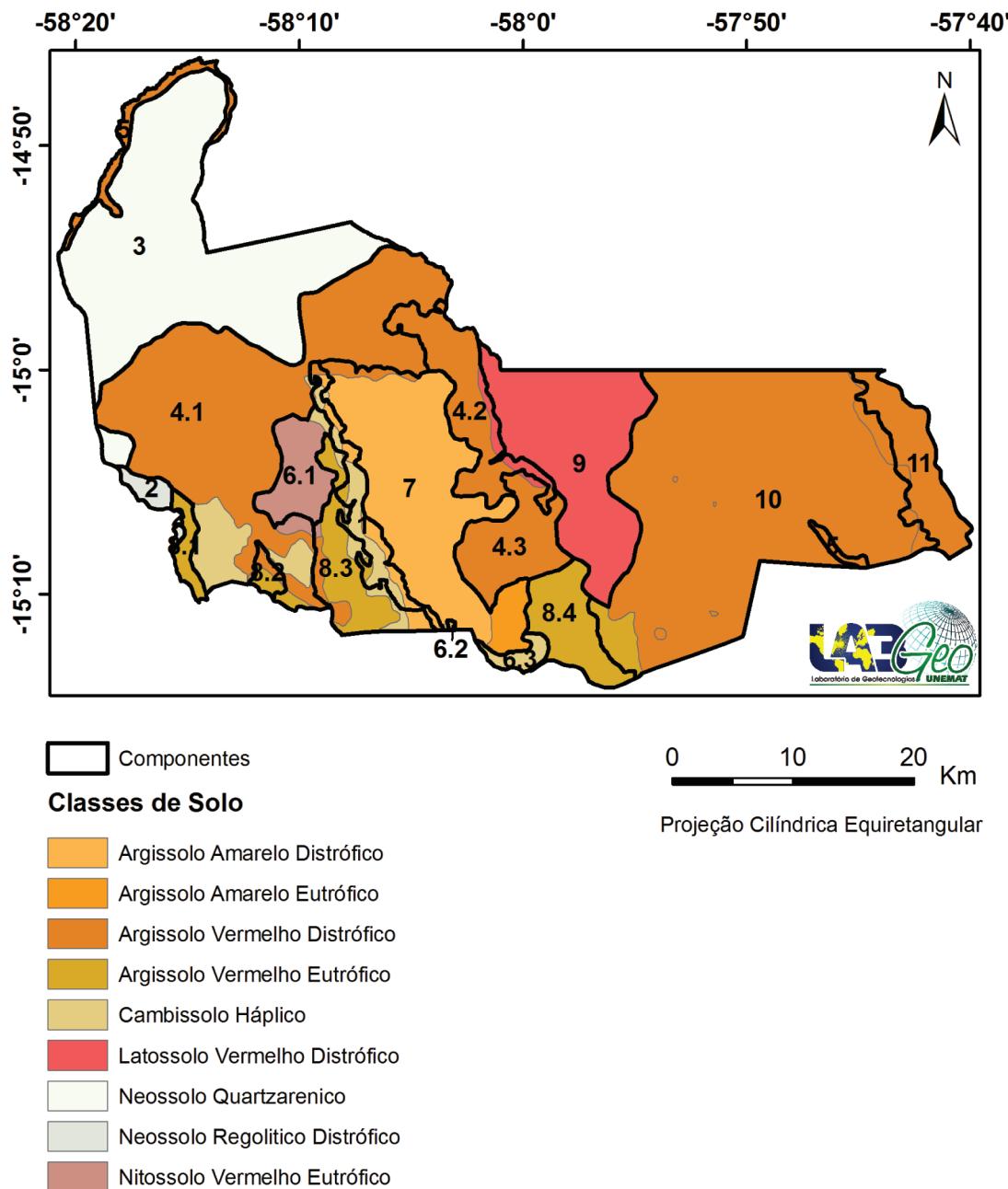


Figura 3. Mapa de solos do município de Salto do Céu.

Da área mapeada, 23,41% apresentam erodibilidade classificada como muito alta, 67,80% erodibilidade média e 8,79% erodibilidade baixa. Não foram identificadas áreas com graus de alta e nula erodibilidade (**Tabela 2**).

As áreas de erodibilidade muito alta são compostas por Neossolo Regolítico Distrófico, Neossolo Quartzarênico e Nitossolo Vermelho Eutrófico. A maior parte da área do município (91,75%) apresenta solos com média e muito alta erodibilidade. Apenas a área com predominância de Latossolo Vermelho Distrófico apresenta grau de erodibilidade baixa (**Figura 4**).

Tabela 2. Grau de erodibilidade para as unidades pedológicas mapeadas.

Graus de Erodibilidade	Unidades Pedológicas mapeadas
Muito alta	Cambissolo Háplico, Nitossolo Vermelho Eutrófico, Neossolo Quartzarênico, Neossolo Regolítico Distrófico
Alta	-
Média	Argissolo Vermelho Distrófico, Argissolo Amarelo Distrófico, Argissolo Vermelho Eutrófico, Argissolo Amarelo Eutrófico
Baixa	Latossolo Vermelho Distrófico
Nula	-

Adaptado de Salomão (2010).

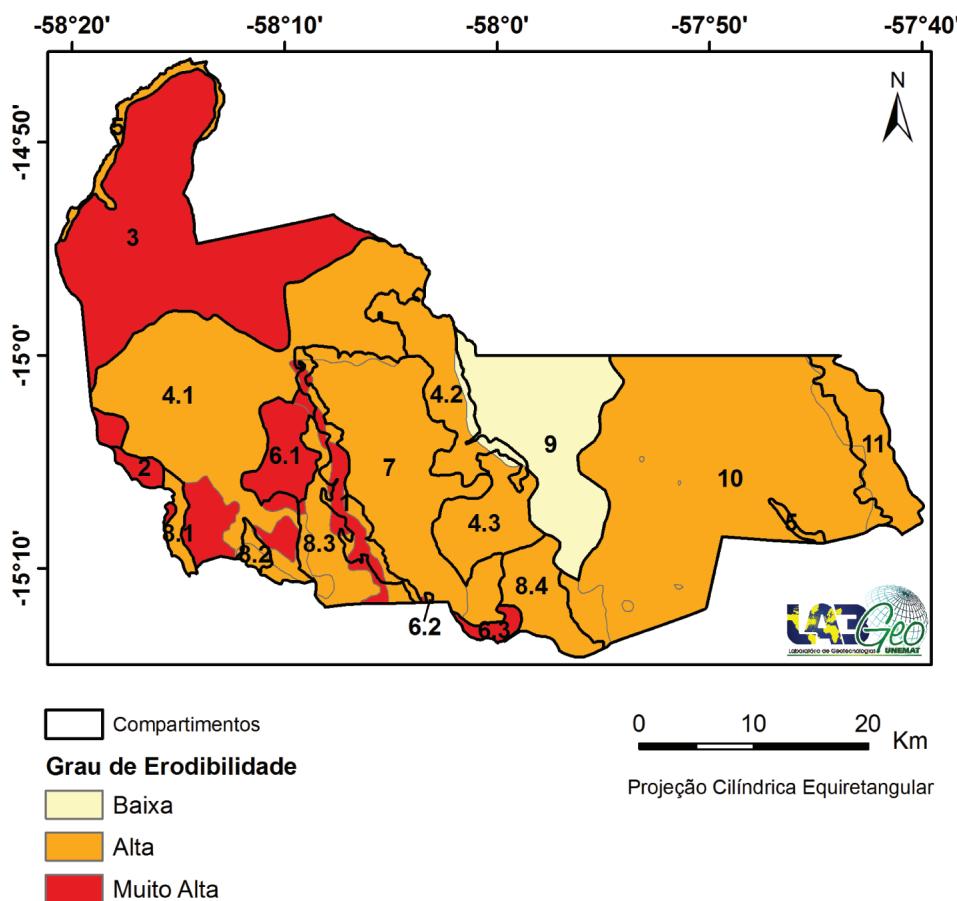


Figura 4. Grau de erodibilidade do solo no município de Salto do Céu nos diferentes compartimentos e sub-compartimentos morfopedológicos.

O mapa de susceptibilidade à erosão hídrica (**Figura 5**), obtido por meio da associação entre o mapa de erodibilidade e o mapa de fator declive (LS), mostra que a maior parte da área do município se encontra entre muito e extremamente suscetível à erosão hídrica laminar.

Os compartimentos 2 e 3 e o sub-compartimento 6.1 são extremamente suscetíveis à erosão hídrica (**Figura 5**), isto se deve possivelmente ao tipo de solo dos mesmos (**Figura 3**), pois o relevo nestas áreas é predominantemente plano (0 a 3% de declive), com valores de erodibilidade variando entre 82,94; 92,33 e 94,67%, respectivamente.

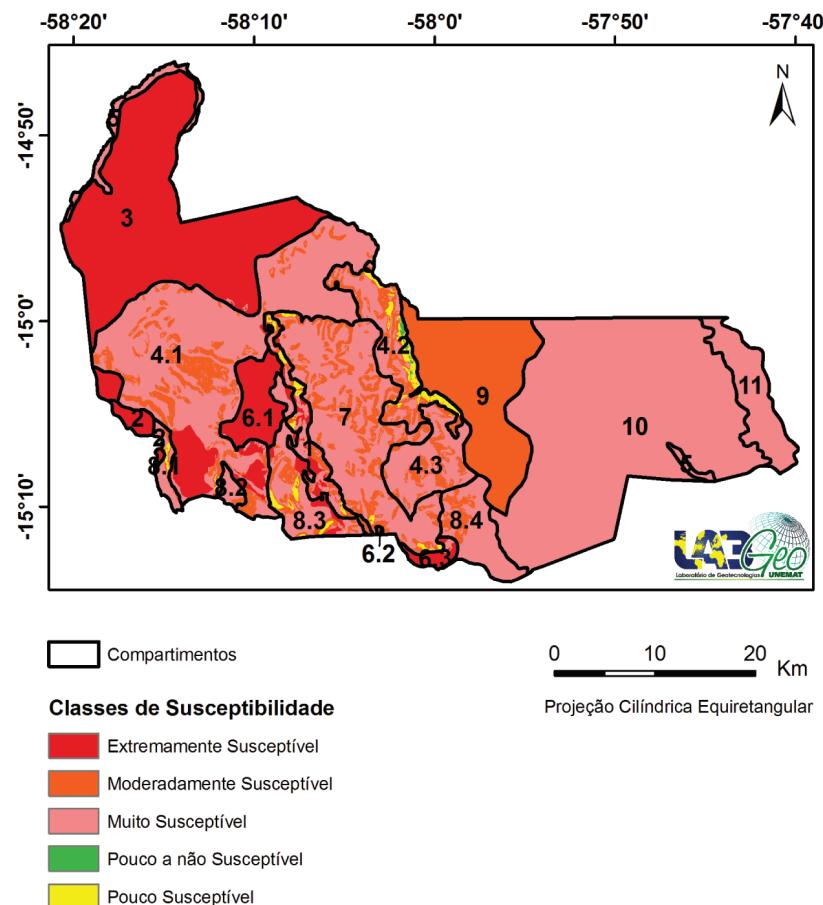


Figura 5. Suscetibilidade à erosão hídrica laminar no município de Salto do Céu nos diferentes compartimentos e sub-compartimentos morfopedológicos.

As classes de potencial à erosão hídrica laminar (**Tabela 3**), obtidas pela associação das classes de susceptibilidade à erosão com as de capacidade de uso da terra, indicam que existe intensa atividade antrópica em áreas extremamente e muito susceptíveis à erosão. Segundo Vitte & Guerra (2004), o uso e o manejo inadequado do solo levam à ocorrência de processos erosivos acelerados, geralmente irreversíveis. No município de Salto do Céu, mesmo em locais de muito reduzida atividade antrópica e com vegetação de baixo e médio porte, se o solo for extremamente suscetível à erosão, o potencial à erosão hídrica laminar será alto (**Figura 6**).

Tabela 3. Classes de potencial à erosão hídrica laminar conforme a susceptibilidade do solo à erosão e as classes de uso da terra (Adaptado de Salomão, 2010).

Suscetibilidade à erosão	Classes de uso da terra				
	I	II	III	IV	V
I (Extremamente suscetível)	I	I	I	II	-
II (Muito suscetível)	I	II	II	III	-
III (Moderadamente suscetível)	II	II	II	III	-
IV(Pouco suscetível)	II	III	III	III	-
V (Pouco a não suscetível)	III	III	III	III	III

*Classes de potencial à erosão hídrica laminar: I = alto potencial; II = médio potencial; III = baixo potencial.

O compartimento 9, com predominância de Latossolo Vermelho Distrófico, apesar de ter naturalmente um baixo grau de erodibilidade (**Figura 4**) e estar praticamente em sua totalidade em relevo plano (99,75%), encontra-se com médio potencial à erosão, devido, provavelmente, ao uso inadequado da terra.

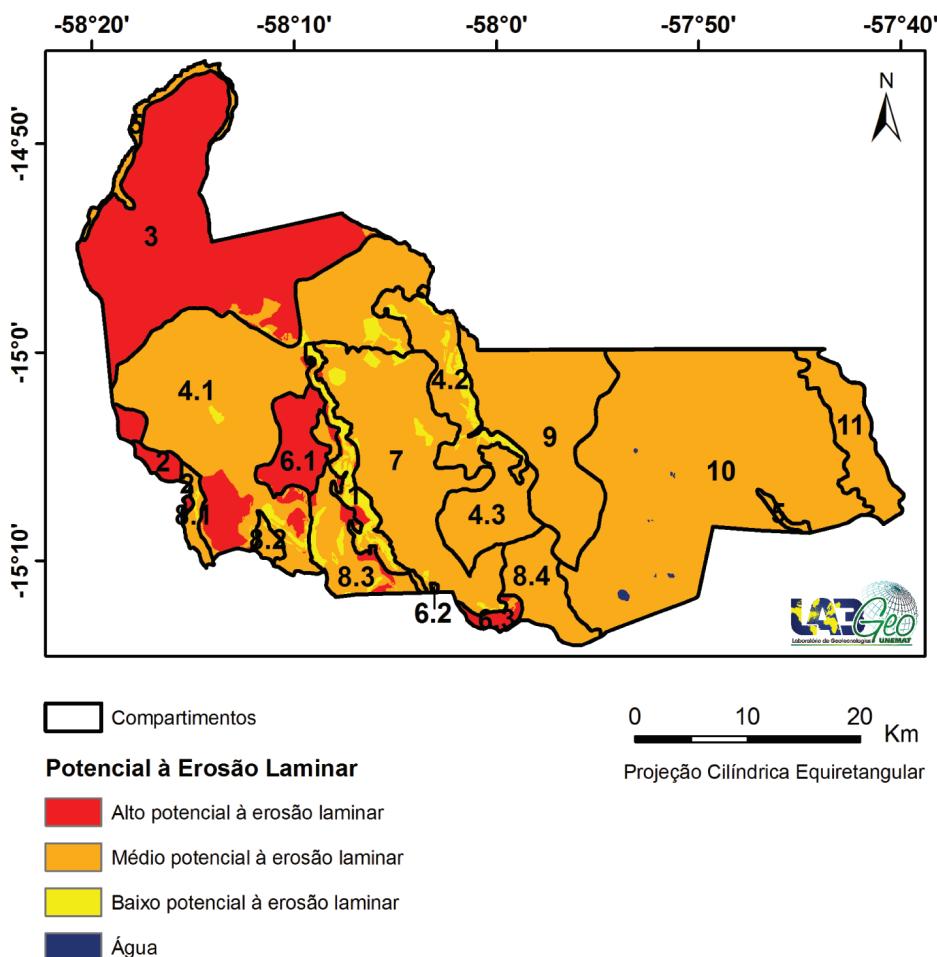


Figura 6. Classes de potencial à erosão hídrica no município de Salto do Céu nos diferentes compartimentos e sub-compartimentos morfopedológicos.

O mapa de potencial à erosão hídrica, obtido pela compatibilização do mapa de susceptibilidade à erosão com o de capacidade de uso da terra, indica que os locais de alto potencial à erosão hídrica são compostos por solos de erodibilidade muito alta (**Figura 4**), Neossolos, Nitossolos e Cambissolos, submetidos a atividades antrópicas inadequadas.

5. Conclusões

A execução deste estudo permitiu-nos tecer as seguintes conclusões: o município apresenta 59,57% de sua área composta por Argissolos; 91,21% da área municipal mapeada apresenta erodibilidade média a muito alta, sendo que as áreas enquadradas na classe são compostas por Neossolo Regolítico Distrófico, Neossolo Quartzarênico e Nitossolo Vermelho Eutrófico. Os locais de alto potencial à erosão hídrica são compostos por solos de erodibilidade muito alta submetidos a atividades antrópicas inadequadas.

As geotecnologias (Sistemas de Informação Geográfica, Banco de dados Geográficos, GPS e MDE) foram imprescindíveis para a geração das informações e conclusões

apresentadas, possibilitando a realização da avaliação ambiental em dupla perspectiva, qualitativa e quantitativa.

6. Notas

Ao CNPq pela concessão da bolsa de extensão técnica – nível B.

Informações derivadas do projeto “Modelagem de indicadores ambientais para a definição de áreas prioritárias e estratégicas à recuperação de áreas degradadas da região sudoeste de Mato Grosso/MT”, vinculado à Sub-rede de estudos sociais, ambientais e de tecnologias para o sistema produtivo na região sudoeste mato-grossense – REDE ASA, financiada no âmbito do Edital MCT/CNPq/FNDCT/FAPs/MEC/CAPES/PRO-CENTRO-OESTE N° 031/2010, contribuíram para a execução do presente estudo.

7. Referências

- Albuquerque, J. A.; Cassol, E. A.; Reinert, D. J. Relação entre a erodibilidade em entressulcos e estabilidade dos agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.24, p.141- 151, 2000.
- Avelino, P. H. M. Análise ambiental com uso de geotecnologias da Bacia Hidrográfica do Rio Cabaçal/ MT - brasil (1984 a 2005). **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**. Seção Três Lagoas - MS. v. 1, n. 6, 2007. 25p.
- Bertol, I.; Almeida, J.A. Tolerância de perda de solo por erosão para os principais solos o Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 24. p. 657-668, 2000.
- Boin, M. N. **Chuvas e erosões no oeste paulista**: uma análise climatológica aplicada. 2000. 264f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto Geográfico de Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista, 2000.
- Carvalho, W. A.; Freire, O.; Rennó, C. D. Levantamento semidetalhado dos solos da bacia do Rio Santo Anastácio. **Boletim Científico**. FCT/UNESP. Presidente Prudente. v. 1/2, n.2, 2., 2005. 490p
- Cunha, S. B. **Impactos das obras de Engenharia sobre o ambiente biofísico da Bacia do Rio São João (Rio de Janeiro - Brasil)**. Gráfica do Instituto de Geociências da UFRJ. Rio de Janeiro, 1995.
- Ellison, W. D. Soil erosion studies. **Agricultural Engenhary**, St. Joseph, v.28, p.145-146, 1947.
- EMPRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2a. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 2006. 306p.
- Faria, A. L. L.; Silva, J. X.; Goes, M. H. B. Análise ambiental por geoprocessamento em áreas com susceptibilidade à erosão do solo na bacia hidrográfica do Ribeirão do Espírito Santo, Juiz de Fora (Mg). **Caminhos de Geografia**, v.4, n.9, p. 50-65, 2003.
- Fornelos, L. F.; Neves, S. M. A. S. Uso de modelos digitais de elevação (MDE) gerados a partir de imagens de radar interferométricos (SRTM) na estimativa de perdas de solo. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.59, n.1. p. 25-33, 2007.
- Góes, M. H. B. **Diagnóstico ambiental por geoprocessamento do município de Itaguaí**. 1994. 529 p Tese (Doutorado em Geografia)- Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 1994.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico - 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 19/06/2012.
- Nunes, M. C. M; Cassol, E. A. Estimativa da erodibilidade em entressulcos de Latossolos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 32, número especial, p.2839-2845, 2008.
- Peixoto, M. N. de O.; Silva, T. M. de.; Moura, J. R. da S. de. Reflexões sobre as perspectivas metodológicas em Geografia Física. **Revista de Pós-Graduação em Geografia Física**, Rio de Janeiro, v. 1, p. 35-48, 1997.
- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD/ Instituto de Pesquisa Econômica

Aplicada (Ipea) **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**, 2000. Disponível em: <http://www.fjp.gov.br/index.php/indicadores-sociais/-idh-indicadores-e-analises-de-desenvolvimento-humano->. Acesso em: 01 jul. 2012.

Salomão, F. X. T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: Guerra, A. J. T.; Silva, A. S. da S.; Botelho, R. G. M. (Orgs). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 229-267.

SEPLAN – Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Moreira, M. L. C.; Vasconcelos, T. N. N. (Orgs). **Mato Grosso: Solos e Paisagem**. 2007, 272p.

Silva, F. B.; Salviano, A. A. C.; Andrade, J. B.. Áreas degradadas em microbacia de Gilbués-PI, utilizando imagens de sensor CCD-CBERS-2. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007 p. 4257-4260.

Valente, L. S. Uso de SIG na Determinação da suscetibilidade preliminar à erosão laminar na sub-bacia do Arroio Feijó, RS. In: 5º Simpósio Nacional de Controle de Erosão. **Anais...** Bauru- SP, 1995, p. 287-89.

Valério Filho, M.; Araújo Junior, G. J. L. Técnicas de geoprocessamento e modelagem aplicadas no monitoramento de áreas submetidas aos processos erosão do solo. In: 5º Simpósio Nacional de Controle de Erosão. **Anais...** Bauru-SP, 1995, p. 279-82.

Vitte, A. C.; Guerra, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 226-251.