



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Elaboração das Cartas de Suscetibilidade e Potencialidade à Erosão Laminar em Douradina, Estado do Paraná

Carina Petsch¹, Vítor Pagadigorria Zucchi², João Vítor Meza Bravo³, Marina Brandt Bueno⁴, Natália da Silva Minakawa⁴

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Instituto de Geociências – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Avenida Bento Gonçalves, 9500. Campus do Vale – Porto Alegre – Rio Grande do Sul. E-mail: carinapetsch@gmail.com; ²Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Coordenação do curso de Engenharia Ambiental. BR 369, CEP 87301-005 - Campo Mourão, Paraná, Brasil. E-mail: vitor_zucchi@hotmail.com; ³Universidade Federal do Paraná - Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas - Setor de Ciências da Terra - Departamento de Geomática. Caixa Postal 19001, 8131 – 990, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: jmvbravo@gmail.com; ⁴Universidade Estadual de Maringá – UEM - Departamento de Geografia – DGE. Av. Colombo, 5.790 - Jd. Universitário – Maringá/PR, CEP 87020-900. E-mail: mima_b2@hotmail.com; naty_minakawa@hotmail.com

Artigo recebido em 26/03/2012 e aceito em 03/05/2012

RESUMO

A erosão causada pelo desprendimento de componentes do solo em determinado local é um processo natural, entretanto, a ação antrópica pode agravar as consequências desse processo, configurando situações desastrosas. O objetivo do presente estudo é realizar a elaboração das cartas de suscetibilidade e potencialidade à erosão laminar, do município de Douradina-PR. Após a elaboração das cartas, será realizada uma comparação entre as classes obtidas, bem como uma análise da aplicabilidade dessas para a área de estudo. A carta de suscetibilidade à erosão laminar é obtida a partir do cruzamento dos valores de erodibilidade dos solos com os de declividade, enquanto a carta de potencialidade à erosão laminar é obtida a partir do cruzamento da carta de suscetibilidade com a de uso do solo. As cartas não apresentaram resultados semelhantes e, considerando que a área apresenta muitos processos erosivos aparentes, a carta de potencialidade à erosão (predominância da classe alta) evidenciou mais claramente estas áreas erodidas, se aproximando mais da realidade do campo. Contudo, essa carta superestimou algumas áreas, incluindo na classe alta mesmo aquelas de baixa declividade que estão sobre Latossolos e não apresentam erosões visíveis. Já a carta de suscetibilidade generalizou o potencial de erosão, predominando a classe "média", não delimitando corretamente as áreas mais degradadas do município. Conclui-se que um maior número de variáveis físicas poderia ter sido considerado na metodologia, bem como o mapeamento detalhado em campo das áreas mais degradadas para posterior verificação com as cartas obtidas automaticamente.

Palavras-chave: erosão, suscetibilidade e potencialidade.

Drafting of Letters of Susceptibility and Potential Erosion Laminar in Douradina, Paraná State

ABSTRACT

The erosion caused by the loosening of some soil components in a particular place is a natural process. However, human action may aggravate the consequence of this process, resulting in a disastrous situation. The purpose of this study is to produce a laminar erosion susceptibility and potentiality map for Douradina, a town in the northwest of Paraná State, Brazil. After producing the maps, a comparison between the classes obtained will be carried out as well as an applicability analysis of the maps for the studied area. The susceptibility map concerning laminar erosion is obtained by crossing erodibility soil results with the declivity ones; while, potentiality map concerning laminar erosion is obtained by crossing susceptibility map with a map of the soil use. The maps did not show similar results and, considering that the area shows several apparent erosive processes, the potentiality map (predominance of high class) has shown clearly these eroded areas, being closer to the reality. However, this map overestimated some areas, including in the high class low declivity areas which are on Latosols and do not show apparent erosions. Concerning the susceptibility map, this one has generalized the erosion potentiality, predominating the medium class, not correctly delimiting the most degraded areas of the town. It is concluded that a large number of physical factors could have been considered in the methodology as well as a detailed mapping of the most degraded areas for later evaluation together with the maps automatically obtained.

Keywords: erosion, susceptibility, potentiality.

* E-mail para correspondência: carinapetsch@gmail.com
(Petsch, C.).

1. Introdução

Segundo Bertoni e Lombardo Neto (1990), a erosão é o processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo, causado pela água e pelo vento. A erosão, enquanto processo, é resultante da dinâmica de um determinado sistema ambiental, ou seja, da dinâmica de uma dada paisagem entendida como sendo a síntese dos diversos componentes que a produzem (Dollfus, 1973), e que está em desequilíbrio, provocado por interferências naturais ou antrópicas em um ou mais de seus fatores. A erosão acelerada dos solos, isto é, aquela que ocorre em intensidade superior à erosão “normal” é, usualmente, consequência dos resultados das atividades humanas sob determinadas condições de clima, vegetação, solo e relevo (Vilela Filho, 2002).

A chuva também é um dos fatores de maior importância para a erosão, sendo que sua intensidade, sua duração e a sua frequência são as propriedades mais importantes para o processo erosivo (Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

Dentre os estudos mais importantes sobre processos erosivos citam-se as pesquisas elaboradas por Zuquette (1897) que propõe metodologia para a cartografia geotécnica no Brasil, e Zuquette (1993) que expõe sobre a importância do mapeamento geotécnico no uso e ocupação do meio físico. Já Salomão (1999) propõe uma metodologia para analisar a suscetibilidade e a potencialidade à erosão laminar.

Posteriormente, Canil (2000) elaborou a carta de risco de erosão das áreas urbana e periurbana do município de Franca, SP. Ridente Jr. (2000) realizou estudo sobre controle da erosão urbana na bacia do córrego do Limoeiro e bacia do córrego do Cedro, em São Paulo.

No município de São Carlos (SP), Lorandi *et. al.* (2001) elaboraram a carta de potencial à erosão laminar da parte superior da bacia do córrego do Monjolinho, que serviu para zoneamento do local. Valério Filho (1994), Bueno e Stein (2004), Pedro e Lorandi (2004), Alvares e Silva (2005) e Zaroni (2006) determinaram o Potencial Natural de Erosão (PNE) utilizando fatores da EUPS (Equação Universal de Perda dos Solos). Silva *et al.*, (2010) elaboraram mapa de suscetibilidade à erosão cárstica de Lagoa Santa (MG) utilizando a análise multi-critério e combinação linear ponderada.

Tendo em vista que a região em que se encontra o município de Douradina-PR é conhecida por suas fragilidades ambientais, principalmente no que diz respeito à forte ocorrência de processos erosivos, o presente trabalho se justifica pela necessidade de se conhecer a influência do fator uso do solo na elaboração de cartas que indiquem áreas com maior fragilidade à processos erosivos.

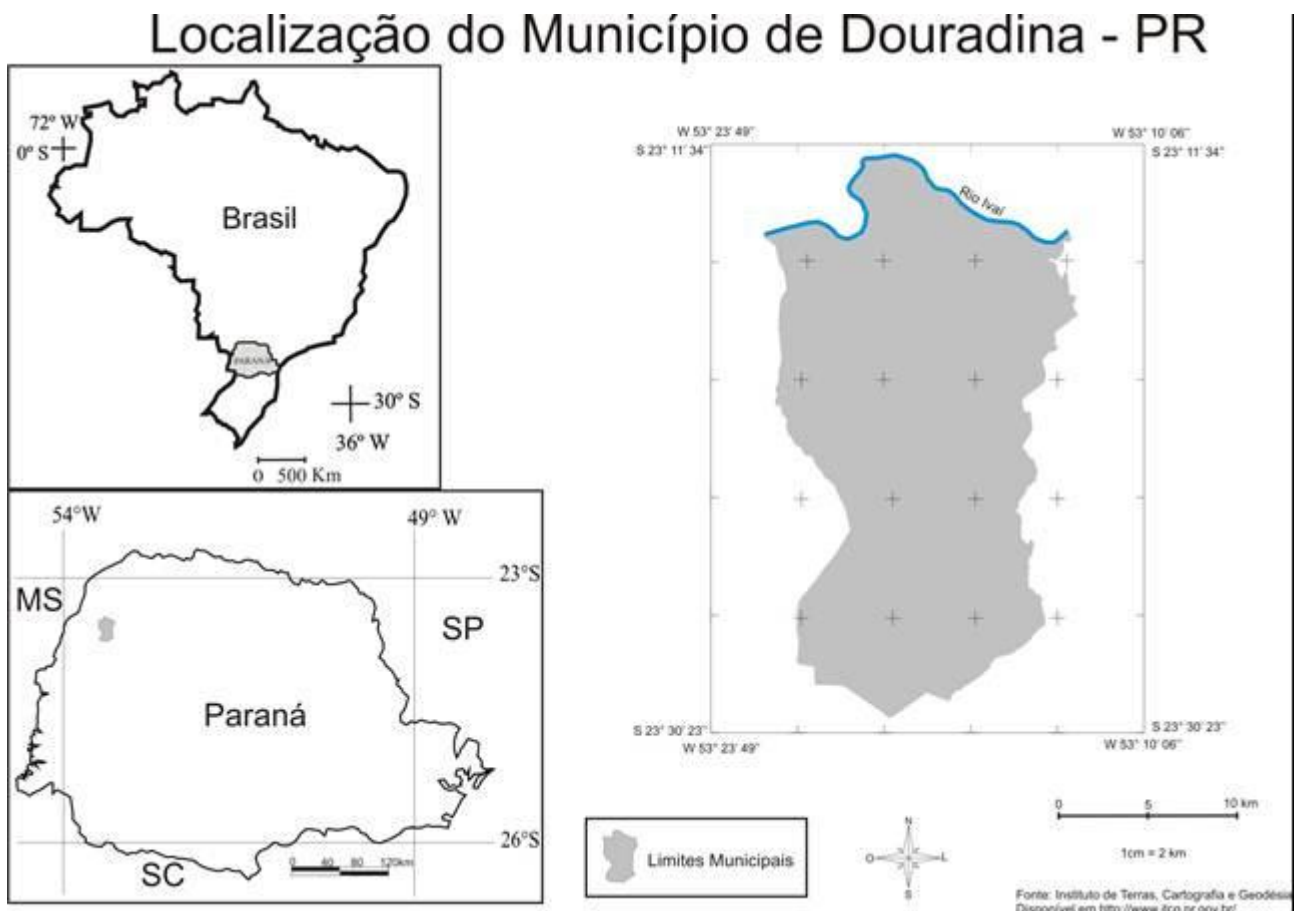
Desta maneira, no presente trabalho tem-se por objetivo utilizar cartas de análise para elaborar uma carta de suscetibilidade à erosão e uma carta síntese de potencialidade à erosão do município de Douradina-PR, para

que se apliquem os conceitos de síntese de dados e criação de classes temáticas. Procurou-se, também, comparar os resultados obtidos na elaboração das duas cartas e averiguar a pertinência dos resultados alcançados através da metodologia escolhida e aplicabilidade da mesma.

2. Caracterização da área de estudo

O município de Douradina localiza-se

no Noroeste do Estado do Paraná (Figura 1). A ocupação dessa região foi marcada por um intenso desmatamento, que teve como consequência o desencadeamento de processos erosivos como ravinamentos, voçorocas, escorregamentos dos solos, erosão laminar (Gasparetto, 1999). Atualmente, somente as áreas de preservação permanente (APP) do município apresentam pontos em que a vegetação foi preservada.



Quanto aos aspectos físicos, a Geologia é representada pelo Arenito Caiuá que, de acordo com Gasparetto e Souza (2003) é formada predominantemente por arenitos das frações média, fina a muito fina,

com grãos arredondados a bem arredondados e grau de seleção variando de pobre a muito bem selecionado, com pequenos teores de matriz lamítica na forma de níveis ou lentes. Quanto à pedologia da área em estudo,

Nakashima (2000) caracteriza para a região de Umuarama, município vizinho de Douradina, o predomínio de um sistema pedológico onde: nas altas vertentes e posições dos interflúvios encontra-se o Latossolo Vermelho, com textura variando de arenosa à média; na média e baixa vertente tem-se o Argissolo Vermelho Amarelo com textura arenosa; e, na baixa vertente e/ou próximos às principais drenagens, aparecem os solos hidromórficos e solos de origem coluvial e aluvial.

O clima predominante na região segundo a classificação de Köppen (1948) é subtropical úmido mesotérmico (Cfa), apresentando verões quentes e geadas pouco frequentes. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e o mês mais frio possui temperatura abaixo de 18°C.

3. Metodologia

A escala de trabalho adotada para esta pesquisa foi de 1:50.000. As curvas de nível foram geradas automaticamente por meio de interpolação dos pixels de uma imagem SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) com pixel reamostrado de 90 metros para 30 metros e equidistância de curvas de 20 metros no Sistema de Informação Geográfica Spring 5.06. A partir das curvas de nível foram criadas as grades triangular, retangular e de declividade. Os intervalos de classe gerados para a carta de declividade foram: 0-6%, 6-10% e 10-100%.

A carta de uso do solo foi elaborada a partir da imagem de satélite de 19-04-2010

com resolução do pixel de 30 metros disponibilizada gratuitamente pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). A imagem foi georreferenciada no *software* Spring 5.06 (CAMARA et. al., 1996) com base em outra imagem já corrigida obtida no site www.glc.f.umd.edu/data/. A classificação da imagem (composição RGB – 345) foi elaborada com o classificador supervisionado automático Batacharrya, onde um número suficiente de amostras precisa ser adquirido no treinamento indicando polígonos na imagem que pertençam a cada uma das classes: pastagem, mata, culturas temporárias e área urbana.

Os dados temáticos de erodibilidade, uso do solo em formato vetorizado, foram transformadas em grades onde cada um dos pontos da carta possui um valor (Quadros 1, 2 e 3 e Figura 2). Utilizou-se a ferramenta LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) do Spring 5.06 (CAMARA et al., 1996) para cruzar as grades e obter as cartas finais:

- **Suscetibilidade à Erosão Laminar:** as classes de suscetibilidade foram alcançadas a partir do cruzamento da carta de declividade com os valores de erodibilidade relativa dos solos do município;
- **Carta de Potencialidade à Erosão Laminar:** para elaboração desta carta foram cruzados os dados de suscetibilidade (carta descrita acima) e de uso do solo.

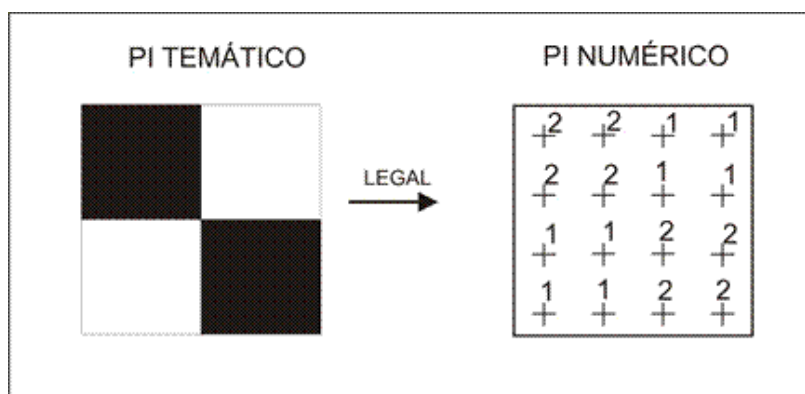


Figura 2. Exemplo de transformação de dados temáticos para grades.

LEGAL: Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico

PI: Plano de Informação.

Quadro 1. Valor de importância atribuído aos tipos de solos.

Valores de importância para classes de erodibilidade	Unidades Pedológicas
I	Neossolo Litólico e Cambissolo
II	Argissolo Vermelho-Amarelo
III	Argissolo Amarelo
IV	Latossolo Vermelho-Amarelo
V	Neossolo Flúvico, Gleissolo, Organossolo e Espodossolo.

Fonte: Bertoni e Lombardi Neto (1990).

Quadro 2. Valor de importância atribuído às classes de declividade

Erodibilidade	Declividade (%)			
	0-8	8-30	30-60	> 60
I	M	A	MA	MA
II	M	M	A	MA
III	B	M	A	A
IV	B	B	B	M
V	NS	NS	NS	NS

Fonte: Bertoni e Lombardi Neto (1990).

Onde: MA = Suscetibilidade Muito Alta (Peso 5); A = Suscetibilidade Alta (Peso 4); M = Média Suscetibilidade (Peso 3); B = Baixa Suscetibilidade (Peso 2) ; NS = Baixa a Não Suscetível à Erosão (Peso 1).

Quadro 3. Valor de importância atribuído às classes de uso do solo.

Suscetibilidade à erosão	Classe 1 (agricultura)	Classe 2 (pastagem)	Classe 3 (mata)	Classe 4 (zona urbana)
MA	AP	AP	MP	SP
A	AP	MP	MP	SP
M	MP	MP	BP	SP
B	BP	BP	BP	SP
NS	BP	BP	BP	SP

Fonte: Salomão (1999).

Onde: AP = Alto Potencial; MP = Médio Potencial; BP = Baixo Potencial; SP = Sem Potencial.

4. Resultados e Discussão

4.1 Uso do solo, declividade e solos do município de Douradina – PR.

Segundo IPARDES (2004), a declividade de 0 a 3% (menor que 3 graus) caracteriza o relevo plano, ocorrendo em 35% de toda a mesorregião noroeste, principalmente nos vales dos rios Ivaí, Paraná e Paranapanema. No município de Douradina, a declividade predominante é de 0-6 %, ocupando uma área de 414,70 km², apresentando duas faixas com declividade entre 6-12%, com uma extensão de 4,98 km². A classe de 12-20% ocupa somente 0,79 km² do município (Figura 2).

Os Neossolos Litólicos e Organossolos se apresentam em menor em extensão, restringindo-se às margens do rio Ivaí, ocupando respectivamente 43,19 km² e 15,45 km². Os Argissolos predominam na área de estudo, ocupando 264,73 km²,

enquanto os Latossolos abrangem as áreas com maior altitude tendo 157,34 km² de extensão (Figura 2).

Os Argissolos, predominantes na área de estudo, são mais suscetíveis à erosão devido ao gradiente textural dos horizontes “A” e “E” e sua mudança abrupta para um horizonte “Bt” com grande teor de argila. Outro fator que propicia a ocorrência de processos erosivos no município é o manejo de animais sobre as pastagens causa modificações nas propriedades físicas do solo em médio e longo prazos, e as pressões aplicadas pelo pisoteio dos animais ocasionam alterações na densidade e na porosidade do solo, principalmente à profundidade de 0-0,05 m (Bertol *et al.*, 2000).

A substituição das matas por outras culturas ou pela pastagem deixa o solo suscetível à fatores externos. Na área de

estudo grande parte da mata foi devastada para dar lugar às pastagens ou então à cana-de-açúcar e somente algumas áreas de vegetação restaram limitando-se as margens rio Ivaí ou de canais menores, ocupando 83 km². As culturas temporárias são pouco

expressivas na área ocupando apenas 49 km², e a área urbana 3 km². A pastagem é o tipo de uso do solo mais frequente na região, com 285 km² no município de Douradina (Figura 2).

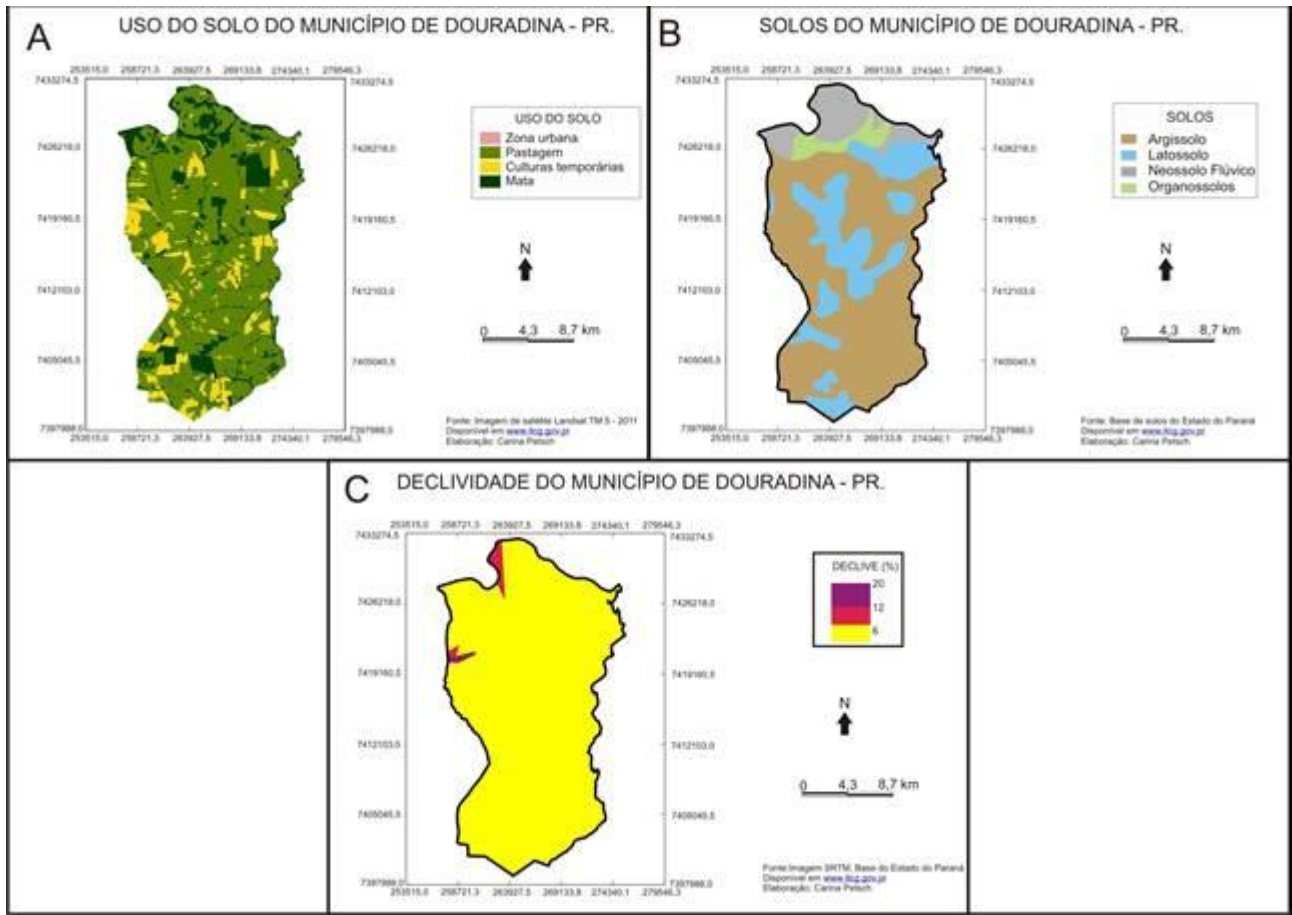


Figura 2. Carta A – representa o uso e ocupação do solo; Carta B – refere-se aos tipos de solo e Carta C – declividade do município.

4.2 Carta de suscetibilidade à erosão laminar

A carta de suscetibilidade à erosão laminar (Figura 3) ficou atrelada somente ao valor de erodibilidade para cada tipo de solo visto que a declividade é muito baixa. A classe de suscetibilidade à erosão laminar “muito baixa” ocupa uma área de 75 km², limitada às margens do rio Ivaí, devido ao

tipo de solo presente, no caso o Neossolo Flúvico e o Organossolo que possuem alta capacidade de retenção de água, com importante papel regulador para evitar processos erosivos. A classe “baixa” suscetibilidade à erosão laminar ocupa 100 km² sobre as faixas de Latossolo, que tem características de solo profundo constituído

por material mineral e agregado que dificulta o processo erosivo. A classe considerada como “média” é a que predomina na área de estudo, com 261 km² coincidindo com o espaço ocupado por Argissolos que são suscetíveis à erosão devido ao gradiente

textural e à mudança abrupta, uma vez que, o horizonte subsuperficial, de menor permeabilidade, favorece o escoamento superficial das águas pluviais e, conseqüentemente a erosão (Carvalho et. al., 2005).

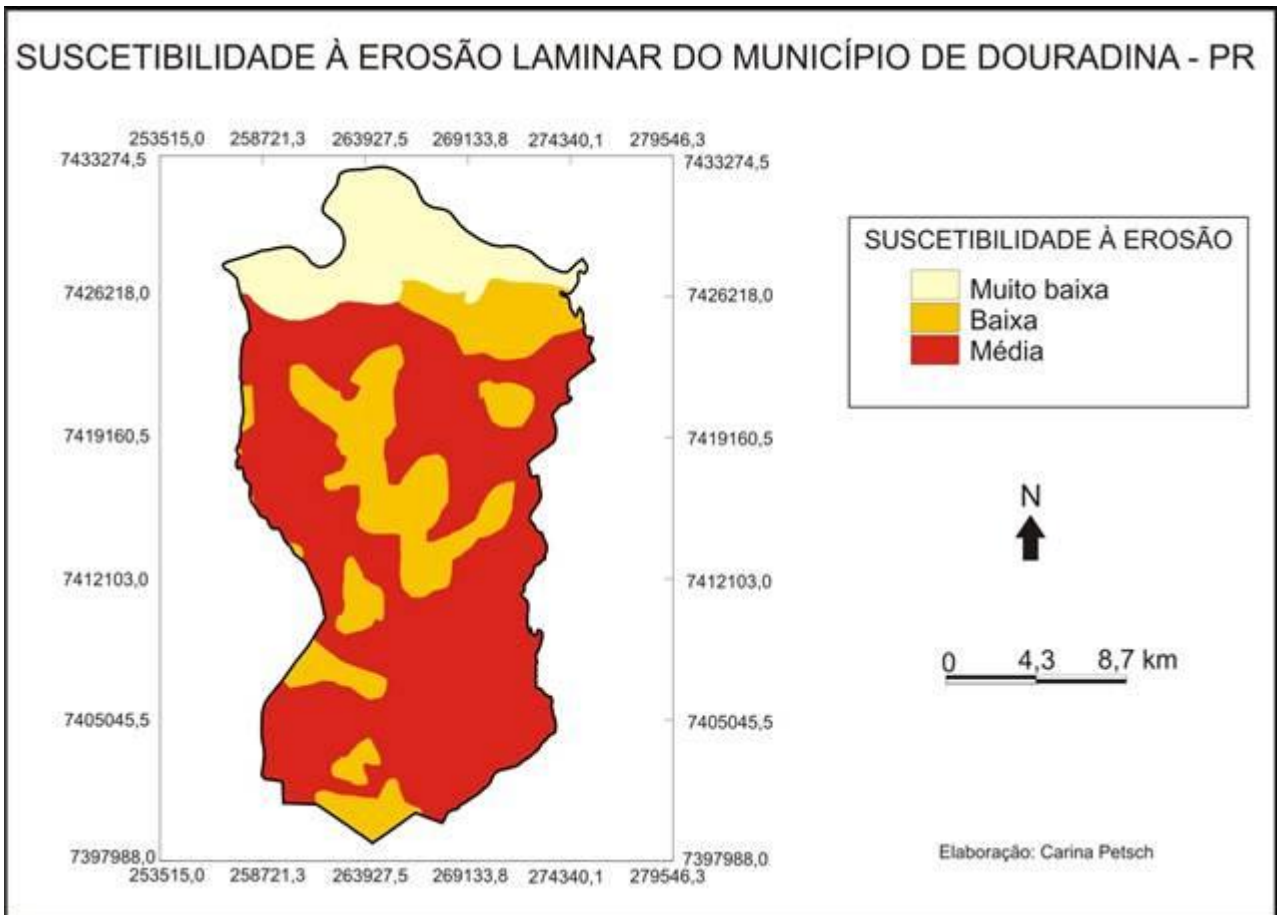


Figura 3. Carta de suscetibilidade à erosão laminar do município de Douradina – PR.

4.3 Carta de potencialidade à erosão laminar

A carta de potencialidade à erosão teve relação direta com os diferentes tipos de uso do solo praticados na área já que a intervenção humana acelera os processos erosivos por meio da ocupação e uso intensivo do solo. A erosão antrópica, identificada como erosão acelerada, remove paulatinamente as camadas superficiais do

solo, chegando a formar sulcos e ravinas, quando o escoamento da água é torrencial (Politano et al., 1992). A potencialidade baixa para erosão laminar se concentra nas partes vegetadas do município 61,55 km², pois como ressalta Cassol (1981) ressalta que a cobertura vegetal intercepta as gotas de chuva, dissipa a energia cinética da queda e evita o seu impacto direto sobre a superfície, o que reduz

o grau de desagregação do solo. A classe de potencialidade média à erosão laminar ocupa 91,35 km² abrangendo áreas de culturas temporárias. A classe de alto potencial à erosão laminar predomina na área de estudo,

ocupando 257,76 km² (Figura 04). As pastagens predominam nessa classe e devido ao pisoteio dos animais que causam sulcos no solo acabam gerando processos erosivos de maior amplitude.

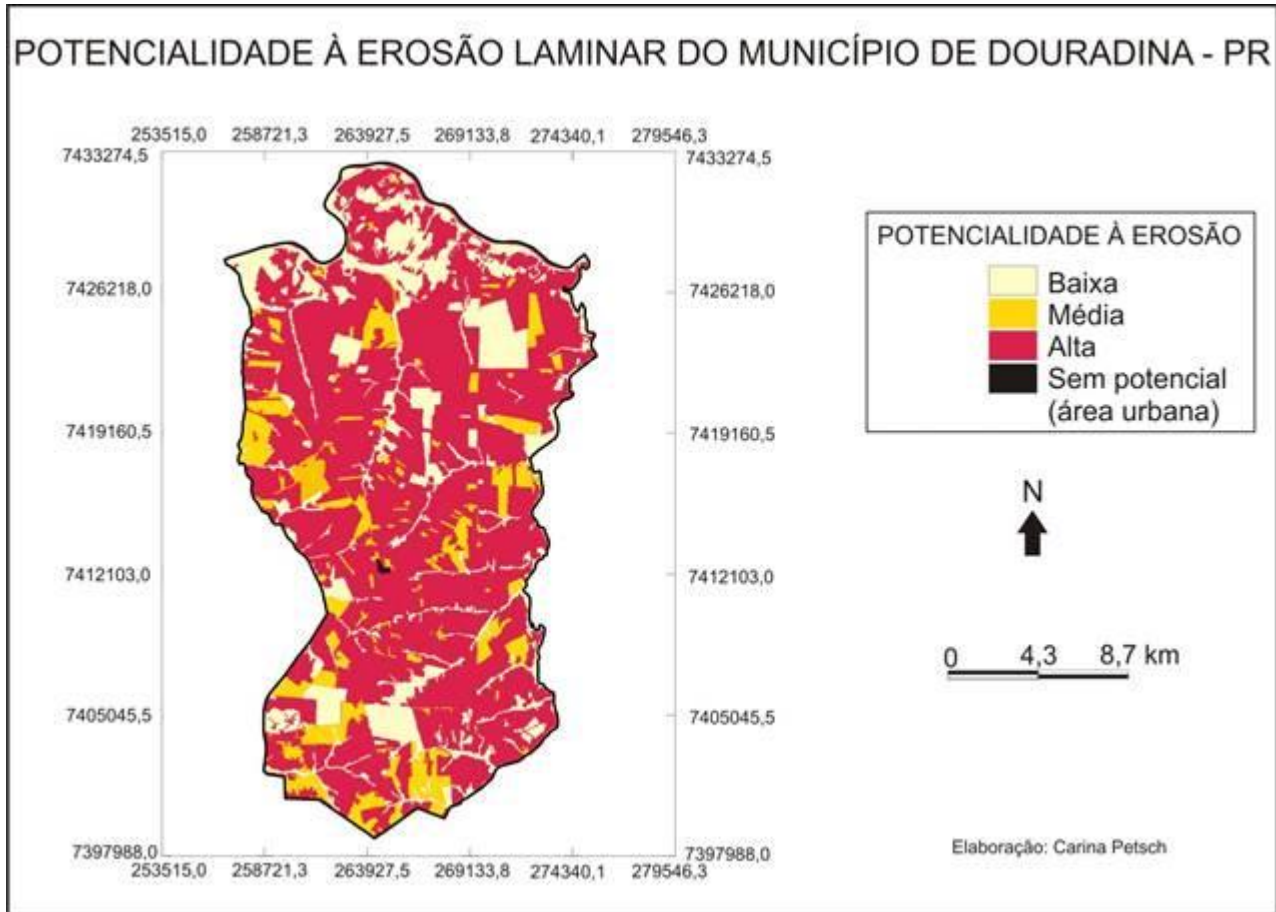


Figura 4. Carta de potencialidade à erosão laminar do município de Douradina – PR.

6. Conclusões

A carta de suscetibilidade à erosão laminar apresentou uma tendência de concentração da classe “média” e não demarcou os limites das áreas mais degradadas pela erosão, atenuando assim os resultados. Infere-se assim que, apesar da suscetibilidade à erosão intrínseca do solo ser fator importante para ocorrência de processos erosivos, o uso ou a ocupação antrópica

também são determinantes para ocorrência destes processos na região. É possível afirmar isso em virtude da relação direta que a carta de potencialidade à erosão teve com os diferentes tipos de uso do solo praticados na área, e com predominância da classe de potencial “alto” em todas porções mais degradadas. Estas áreas mais afetadas pela erosão são dominadas por pastagens em Argissolos. O pisoteio dos animais contribui

para desagregação das partículas que posteriormente serão carregadas pela água da chuva para os canais de drenagem. O pisoteio dos animais também afeta as áreas marginais das nascentes, desestabilizando essa área, podendo originar voçorocas. Contudo, algumas áreas consideradas potencialmente baixas ou médias à erosão laminar foram incluídas na classe mais alta de forma equivocada, já que estão localizadas sobre Latossolos com pouco declive e sem sinais de forte degradação.

É importante salientar que apesar da erosão laminar não ser tão facilmente percebida, pode-se associar sua presença a áreas degradadas, ou desestabilizadas principalmente nas margens de canais ou nascentes que acabam evoluindo para formas erosivas de porte maior.

Nenhuma das cartas se enquadraram integralmente para a realidade do município do estudo. Por isso, para estudos erosivos nessa área é recomendável a utilização de um maior número de variáveis físicas, bem como um mapeamento detalhado em campo das áreas mais comprometidas para posterior comparação com os resultados obtidos automaticamente no Sistema de Informação Geográfica.

7. Referências

Alvares, C. A. e Silva, A. M. (2005). "Características das vertentes e potencial natural de erosão da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Pinheirinhos (Torrinha / Brotas

– SP)", In: Anais do 11o Simp. Bras. de Geografia Física Aplicada, USP - São Paulo – SP, 11 pág., CD-ROM.

Bertol, I.; Schick, J.; Massariol, J. M.; Reis, E. F. e Dilly, L. (2000). Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico álico afetadas pelo tipo de manejo do solo. *Ci. Rural*, 30:91-95.

Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. (1990). *Conservação do solo*. São Paulo: Ícone.

Bueno, C. R. P. E.; Stein, D. P. (2005). "Potencial Natural e Antrópico de erosão na região de Brotas, Estado de São Paulo", *Acta Scientiarum*, Vol. 26, pp.1-5.

Canil, K. (2000). *Processos erosivos e planejamento urbano: carta de risco de erosão das áreas urbana e periurbana do município de Franca, SP*. São Paulo. Dissertação de mestrado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 96p.

Câmara, G.; Souza, R. C. M.; Freitas, U. M.; Garrido, J. C. P. (July 1996). "SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling". *Computers and Graphics*, vol.15 , n.6, pp.13-22.

Carvalho, W. A.; Freire, O.; Rennó, C. D. (1995). *Levantamento semidetalhado dos solos da bacia do Rio Santo Anastácio*.

Boletim Científico: FTC/UNESP, Presidente Prudente, v. 1/2, n.2.

Cassol, E. A. (1981). A experiência gaúcha no controle da erosão rural. In: SIMPÓSIO SOBRE O CONTROLE DA EROSÃO, 2., São Paulo. *Anais...* p.149-81.

Dollfus, O. (1973). O espaço geográfico. São Paulo: DIFEL.

Gasparetto, N. L. (1999). As formações superficiais do noroeste do Paraná e sua relação com o arenito Caiuá. São Paulo. 185p. Tese de doutorado em Geoquímica e Geotectônica. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

Gasparetto, N. L.; Souza, M. L. (2003). Contexto geológico-geotécnico da Formação Caiuá no Terceiro Planalto Paranaense-PR. ENGEOPAR, 1ed. Maringá-PR.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. (2004). *Leituras regionais : Mesorregião Geográfica Noroeste Paranaense*. Curitiba: IPARDES: BRDE. (Disponível em Cd-rom)

Köppen, W. (1948). Climatologia: com um estúdio de los climas de la Tierra. FCE, México.

Lorandi, R.; Takemoto, F.; Salvador, N. N. B.; Torresan, F. E. (2001). Carta de potencial à erosão laminar da parte superior da bacia do Córrego do Monjolinho (São Carlos,

SP). *Revista brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro. n. 53, pp. 111-117.

Pedro, F. G.; Lorandi, R. (2004). Potencial Natural de Erosão na área Periurbana de São Carlos – SP. *Revista Brasileira de Cartografia*. N° 56/01.

Politano, W.; Latanze, R. J.; Lopes, L. R.; Amaral, C.; Corsini, P. C.; Silva, G. W. de L. (1992). Ocupação do solo e estados da erosão acelerada no município de Mococa, SP. *Revista de Geografia*, São Paulo, v.11, p.47-61.

Nakashima, P. (2000). Sistema Pedológico da região Noroeste do Paraná: distribuição e subsídios para o controle de erosão. 232 p. Tese (Doutorado em Geografia)- USP, São Paulo.

Ridente Jr. (2000). Prevenção e controle da erosão urbana: bacia do córrego do Limoeiro e bacia do córrego do Cedro, municípios de Presidente Prudente e Álvares Machado, SP. Rio Claro. Dissertação de mestrado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE, Unesp, Rio Claro. 108p.

Ridente Jr., J. L.; Canil, K.; Almeida, M. C. J. & Monteiro, C. M. C. (2001). Análise da erosão no município de São Manuel, SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 7., 2001, Goiânia. *Anais...* CD-ROM.

Salomão, F. X. de T. (1992). Erosão e a

Ocupação Rural e Urbana. In: Curso de Geologia de Engenharia Aplicada a Problemas Ambientais. 3., São Paulo: AGAMA/DIGEM.

Silva, M. C. F. M.; Calijuri, M. L.; Couto, E. A.; Candido, M. Z.; Alves, H. O. (2010). Uso de SIG para geração da carta de susceptibilidade à erosão e carta de vulnerabilidade à poluição em região cárstica. XXIV Congresso Brasileiro de Cartografia - SE – Brasil.

Valério Filho, M. (1994). Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas ao estudo integrado de Bacias Hidrográficas, in Ferreira, M. E. E Cruz, M. C. P. Solos Altamente Suscetíveis à Erosão. FCAVUNESP/Jaboticabal - Soc. Bras. de Ciênc. do Solo, p. 223-242.

Vilela Filho, L. R. (2002). Estimativa da perda de solos em uma bacia hidrográfica sob o cultivo de frutíferas, no município de

Valinhos (SP). 2002. 153 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

Zaroni, M. J. (2006). Estimativa da produção de sedimentos em bacias hidrográficas por meio do modelo de erosão USLE e do índice de transferência de sedimentos – SDR, Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 143 p.

Zuquette, V. L.; Pejon, O. J.; Gandolfi, N.; Rodrigues, J. E. (1987). Mapeamento geotécnico: parte 1 - atributos e procedimentos básicos para elaboração de mapas e cartas. GEOCIÊNCIAS, Vol. 16, 2, p. 491-524.

Zuquette, V. L.; Nakazawa, V. A. (1993). Cartas de Geologia de Engenharia. In: Oliveira, A. M. S.; Brito, S. N. A. (Eds.). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE.