



MAPEAMENTO DAS ÁREAS VULNERÁVEIS A OCORRÊNCIA DE EROSIÃO MECÂNICA SUPERFICIAL EM PRIMAVERA DO LESTE - MT

Wanderson Carvalho da SILVA *

Departamento de Filosofia e Ciências Sociais, Universidade do Estado do Pará, Conceição do Araguaia, PA, Brasil

*E-mail: wandersoncarvalho.caceres@gmail.com

Recebido em 08/07/2013; Aceito em 20/10/2013.

RESUMO: O trabalho objetivou mapear as áreas susceptíveis aos processos de erosão mecânica das superfícies no entorno do perímetro urbano da cidade de Primavera do Leste - MT, utilizando técnicas de geoprocessamento. A área analisada localiza-se no encontro do planalto dos Guimarães com o planalto dos Alcantilados. Foram observadas as seguintes categorias de uso e ocupação do solo: áreas agrícolas; solo exposto; mata ciliar; cerrado; campo sujo sob influência urbana; campo sujo sob influência agrícola; campo limpo sob influência urbana; campo limpo sob influência agrícola; contato entre unidades sob influência urbana; e contato entre unidades sob influência agrícola. As áreas de vulnerabilidade “muito fraca” e “fraca” localizam-se no planalto dos Guimarães, sendo que a ocupação dessas áreas deve ser priorizada em relação às demais. As áreas de “média” vulnerabilidade devem receber atenção especial durante sua utilização e as áreas de “alta” e “muito alta” vulnerabilidade, onde já se observa a ocorrência de processos erosivos, devem ser protegidas de qualquer forma de utilização que possibilite o agravamento da situação.

Palavra-chave: conservação do solo, erodibilidade do solo, geomorfologia.

MAPPING OF VULNERABLE AREAS TO THE SURFACE MECHANICAL EROSION IN PRIMAVERA DO LESTE - MT, BRAZIL

ABSTRACT: *The study aimed to mapping the susceptible areas to mechanical erosion of surfaces surrounding the Primavera do Leste - MT, Brazil, using GIS techniques. The area is located in the intersection of Guimarães highlands with Alcantilados plateau. Were observed the categories of land use and occupation: agricultural areas, bare soil, riparian, savanna; dirty field under urban influence; dirty field under agricultural influence, grassland under urban influence; grassland under agricultural influence; contact between units under urban influence, and contact between units under the agricultural influence. The areas of "very weak" and "weak" vulnerability are located in the Guimarães highlands, though the occupation of these areas should be prioritized over the others. The areas of "mean" vulnerability should receive special attention during their use and the areas of "high" and "very high" vulnerability, where we can see the erosion occurrence, should be protected from any use of that.*

Keywords: *soil conservation, soil erodibility, geomorphology.*

1. INTRODUÇÃO

Os conhecimentos da geomorfologia possibilitam ao homem verificar a existência de diferentes formas de relevo e estabelecer ligações com os seus processos de formação. Esses conhecimentos são de suma importância para a sociedade, pois possibilitam o planejamento com vista à ocupação adequada dos diferentes relevos.

Segundo Christofletti (2005), o planejamento incide na implementação de atividades em determinado território, que repercute nas características, funcionamento e dinâmica das organizações espaciais. Nesse sentido, obrigatoriamente, deve levar em consideração os aspectos ambientais físicos (geossistemas) e dos sistemas sócio-econômicos.

Todavia, a ocupação inadequada de áreas para o desenvolvimento das atividades antrópicas, desencadeiam uma série de problemas ambientais, que podem ser minimizados pela identificação de áreas ambientais frágeis (BORDEST, 1992). Por conseguinte, a caracterização do risco ambiental deve ser entendida como sendo a possibilidade de perigo ao homem e ao meio natural causada e/ou acelerada por ações antrópicas, em geral, refletidas através de fenômenos naturais. Esse perigo é causado pelas ações humanas, uma vez, que desencadeiam processos de dinâmica superficial de forma acelerada (MENEZES et al, 2007).

Nesse sentido, a combinação da erosividade da chuva, das propriedades do solo e da cobertura vegetal, em conjunto com as ações antrópicas definem a

vulnerabilidade da área quanto a ocorrência de processos erosivos (INFANTI JUNIOR; FORNASARI FILHO, 1998; GUERRA, 2005). Dentre os fatores antrópicos, maiores destaques são dados ao desflorestamento e as diferentes formas de uso e ocupação do solo, pois modificam a vegetação e alteram os balanços energéticos e hídricos, permitindo ainda, a concentração do fluxo de escoamento das águas superficiais e favorecendo o aumento do número e da proporção das erosões.

Dentre as novas metodologias para avaliação dos riscos ambientais, as geotecnologias possibilitam a coleta, armazenamento e análise de grande quantidade de dados. Além disso, a flexibilidade é uma grande vantagem, pois permite adaptações em função dos projetos, do fenômeno a ser analisado, da escala de trabalho e do orçamento disponível (MENEZES et al., 2007; RIBEIRO; CAMPOS, 2007; MARCELINO, 2008).

Considerando estas premissas, este trabalho tem como objetivo avaliar as áreas susceptíveis aos processos de erosão mecânica das superfícies no entorno do perímetro urbano da cidade de Primavera do Leste, Mato Grosso, utilizando técnicas de geoprocessamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização

O município de Primavera do Leste localiza-se na mesorregião Sudeste do estado de Mato Grosso e apresenta divisas com os municípios de Poxoróe, Dom Aquino, Campo Verde, Planalto da Serra, Paranatinga e Santo Antonio do Leste. A sede do Município de Primavera do Leste localiza-se a 230 km da capital Cuiabá no entroncamento da BR – 070 com a MT – 130. O município possui uma altitude relativa de 636 m e uma extensão territorial de 5.533 km².

A área em estudo possui uma extensão de aproximadamente 100 km², localizada no entorno da cidade de Primavera do Leste, como pode ser observado na Figura 01. Essa área foi definida por estar no contato entre os planaltos dos Guimarães e dos Alcantilados e por sua proximidade com a cidade de Primavera do Leste, e por conter atributos fisiográficos variáveis para aplicações em modelagens de uso e ocupação do solo.

O município possui um relevo plano, marcado pela presença de colinas amplas, que são unidades de relevo com pequena amplitude hipsométrica e elevados valores em termos de dimensões interfluviais. Parte de sua área esta localizada sobre a Depressão Araguaia e parte sobre o planalto dos Guimarães, sendo que a maior parcela da área em estudo está localizada nessa unidade de relevo.

O planalto dos Guimarães estende-se pela porção noroeste da bacia sedimentar do Paraná, apresenta-se de forma contínua e alongada, abriga as Unidades Morfológicas denominadas por Bordest (1992) de Planalto Conservado e Planalto Dissecado. No extremo sul do município, onde se localiza a área em estudo e ocorre o contato entre o planalto dos Guimarães e o planalto dos Alcantilados, as condições do relevo divergem e os índices de declividade em torno de 20%.

A estrutura geológica caracteriza-se com coberturas não dobradas do Fanerozóico, sub-bacia ocidental da bacia sedimentar do Paraná e coberturas dobradas do Proterozóico, com granitóides associados, grupo Alto Paraguai, faixa móvel Brasileira.

Na área em estudo verifica-se a ocorrência de quatro tipos de solos: Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas), Cambissolo, Latossolo Vermelho-Escuro e Solos Orgânicos. Grande parte da área é cultivada, existindo vegetação aparentemente nativa somente ao longo dos rios e em uma pequena faixa que se estende do extremo sudoeste para leste da área, pois esta tem condições físicas relacionadas a morfoestrutura e morfoescultura que dificultam a mecanização para a produção.

O clima predominante no município é o Tropical Quente e Semi-Úmido, com quatro a seis meses de seca e um índice pluviométrico anual de 2000 mm. Com temperatura média de 18° C a 24° C, com mínima oscilando entre 10° e 19° C e a máxima entre 29° a 34° C, sendo que os meses mais chuvosos são de dezembro a abril.

A cobertura vegetal era composta por matas ciliares, matas de transição e cerrados, mas atualmente a maior parte da cobertura vegetal do município de Primavera do Leste já foi modificada, sendo a mesma substituída por extensas áreas de lavouras. O município apresenta um bom sistema de drenagem, composto pelo rio das Mortes, rio Sapé, rio Várzea Grande, rio Cumbuco, rio Café, ribeirão Coité, rio dos Perdidos, córrego Xavante, córrego Chimbica, cabeceira do Mário e córrego Fundo.

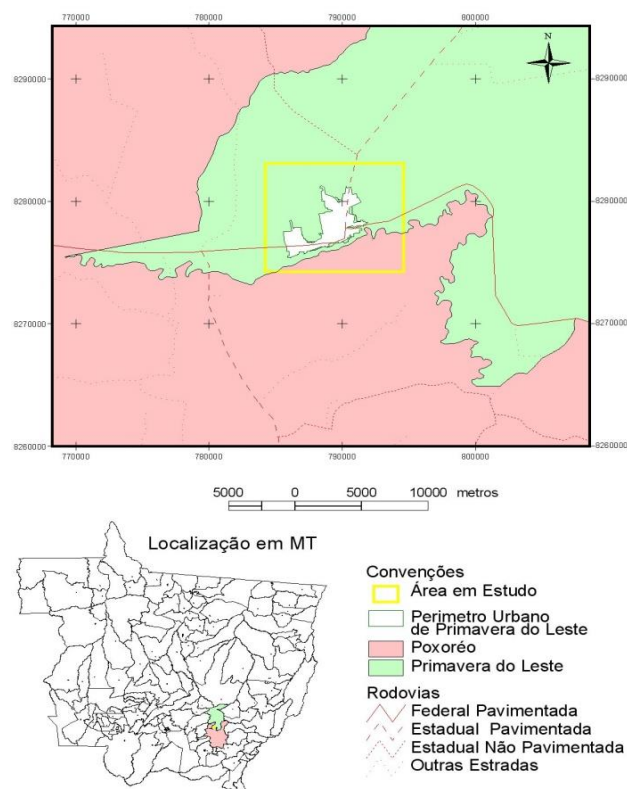


Figura 1. Mapa de localização da área em estudo. Fonte: Secretaria de Estado de Planejamento e Controle Geral - SEPLAN (2004).

2.2. Processamento digital

Após a delimitação da área de estudo foi confeccionado um mosaico de imagens de alta resolução do sistema sensor QuickBird da cidade de Primavera do Leste, obtida utilizando o software Google Earth. Junto à

Secretaria de Estado de Planejamento e Controle Geral - SEPLAN (2004) foi obtido o Plano de Informação – PI de escala 1:250.000 das unidades pedológicas. Este PI foi recortado tendo como base os limites do mosaico de imagens do sistema sensor Quickbird (Figura 2).

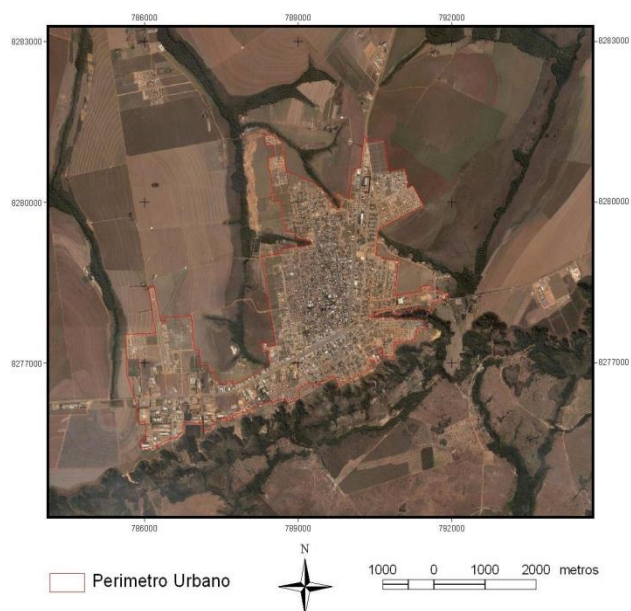


Figura 2. Mosaico de Imagens do Sistema Sensor QuickBird da cidade de Primavera do Leste – MT e entorno. Acesso: set 2006.

Um Modelo Numérico do Terreno – MNT da área de estudo (resolução horizontal de 90m) proveniente da missão “Shuttle Radar Topographic Mission-SRTM” foi adquirido no site: <<http://seamless.usgs.gov>>. A partir do MNT, foi derivado um plano de informação da declividade, utilizando o módulo padrão de ArcView (Derive slope). Por sua vez, o plano de informação (imagem Quickbird) foi georeferenciado a partir de pontos de controle obtidos na carta topográfica 1:100.000, folha SD-21-Z-D-IV, utilizando o módulo ImageWarp, extensão do software ArcView 3.2 (ESRI). Os PI’s (mapa pedológico e mapa de declividade) foram adquiridos georeferenciados junto a suas fontes.

Em seguida a partir da imagem QuickBird foi efetuado mapeamento de uso e ocupação da terra, representado as seguintes categorias de uso e ocupação do solo: áreas agrícolas; solo exposto; mata ciliar; cerrado; campo sujo sob influência urbana; campo sujo sob influência agrícola; campo limpo sob influência urbana; campo limpo sob influência agrícola; contato entre unidades sob influência urbana; e contato entre unidades sob influência agrícola.

Para sobreposição, os três layers foram “recortados” tendo como base o limite da área em estudo, sendo feito isso através da função GeoProcessing Wizard do software Arc View 3.2. A fase seguinte consistiu em atribuir valores ordinais para cada classe dos mapas de acordo com seu grau de vulnerabilidade: - as classes com vulnerabilidade “muito fraca” receberam valor “1”; - as classes com vulnerabilidade “fraca” receberam valor “2”; - as classes com vulnerabilidade “média” receberam valor “3”; - as classes com vulnerabilidade “alta” receberam valor “4”; - as classes com vulnerabilidade “muito alta” receberam valor “5”.

Esses valores foram atribuídos considerando os valores sugeridos pelos estudos de Lombardi Neto; Bertoni (1975). Os critérios para a variável solos passa pelas características de textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas e profundidade dos horizontes superficiais e subsuperficiais. A Tabela 1 mostra os solos presentes na área em estudo, com sua fragilidade e respectivo peso.

Tabela 1. Classes de solos e seus respectivos pesos.

Classes de solos	Pesos	Vulnerabilidade
Latossolo Vermelho-Escuro	1	muito fraca
Solos Orgânicos	1	muito fraca
Cambissolo	4	alta
Areias Quartzosas (N. Quartzarenicos)	5	muito alta

Fonte: Ross (1994).

Como a área em estudo não apresentou grande variação nas formas de seu uso e ocupação. Individualizaram-se as seguintes unidades com diferentes formas de uso e ocupação: i) áreas com agricultura de ciclo curto (algodão, soja e milho) - existência de curvas de nível, denominada “área agrícola”; ii) solos sem cobertura vegetal e/ou gradeados, sendo designada de “solo exposto”; iii) mata ciliar; iv) vegetação de porte menos denso que a mata ciliar e não é continua a cursos de água, essa unidade foi designada de “cerrado”; v) as unidades de “campo limpo sob influência urbana” e “campo limpo sob influência agrícola”, compreendem áreas de vegetação rala, aparentemente semelhante a pastos. A diferença entre essas unidades é a influência que recebem das áreas agrícola e urbana; vi) as unidades “campo sujo sob influência urbana” e “campo sujo sob influência agrícola”, são áreas de vegetação aparentemente em recuperação, situadas as margens das matas ciliares; vii) as áreas denominadas de “contato entre unidades sob influência urbana” e “contato entre unidades sob influência agrícola” compreendem as faixas que limitam os planaltos do Guimarães e Alcantilados. Nessas unidades ocorre uma vegetação de porte ralo; viii) área urbana. Todavia, a última classe foi desconsiderada nas análises de vulnerabilidade, pois necessitaria de metodologia própria e específica para estudos destas áreas. A Tabela 2 apresenta as diferentes formas de uso e ocupação da terra com seus pesos e vulnerabilidades.

Tabela 2. Classes de uso e ocupação do solo e seus respectivos pesos em escalas de vulnerabilidade.

Classes de uso	Pesos	Vulnerabilidade
Mata ciliar	1	muito fraca
Cerrado	1	muito fraca
Campo sujo sob influência urbana	2	fraca
Campo sujo sob influência agrícola	2	fraca
Campo limpo sob influência urbana	3	média
Campo limpo sob influência agrícola	3	média
Contato entre unidades sob influência urbana	3	média
Contato entre unidades sob influência agrícola	3	média
Área agrícola	4	alta
Solo exposto	5	muito alta

Fonte: Ross (1994).

Segundo Ross (1994), para as classes de declividade devem ser utilizados os intervalos que determinam as seguintes categorias hierárquicas: i) muito fraca: até 6%; ii) fraca: 6 a 12%; iii) média: 12 a 20%; iv) forte: 20 a 30%; v) muito forte: acima de 30%.

A fase final do trabalho consistiu na produção do mapa de vulnerabilidade a erosão. Esse foi obtido por meio da sobreposição dos mapas. A sobreposição foi realizada com PIs matriciais, exigindo a transformação dos arquivos “shapes” re-codificados (referente ao uso e ocupação e às unidades pedológicas) em arquivos “Grid”. Foi utilizada como regra matemática da sobreposição, o somatório simples dos planos de informação. A Tabela 3 apresenta os intervalos de valores para as classes de vulnerabilidade.

Tabela 3. Intervalo do somatório e classes de vulnerabilidade.

Valor do Intervalo	Vulnerabilidade (fragilidade)
1 – 3	muito fraca
4 – 6	fraca
7 – 9	média
10 – 12	alta
12 – 15	muito alta

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área em estudo verificam-se diferenças nas formas de uso e ocupação da terra, o que proporciona uma variação na intensidade dos riscos de ocorrência de processos erosivos. As diferentes formas de uso e ocupação da terra mapeadas a partir do mosaico de imagens do sistema sensor QuickBird da cidade de Primavera do Leste – MT e entorno, são aprestadas na Figura 3. A unidade denominada “Perímetro Urbano” representa a parte da cidade, com galerias de esgoto fluvial e ruas asfaltadas, logo o escoamento superficial é “controlado”, essa área não foi considerada no mapeamento.

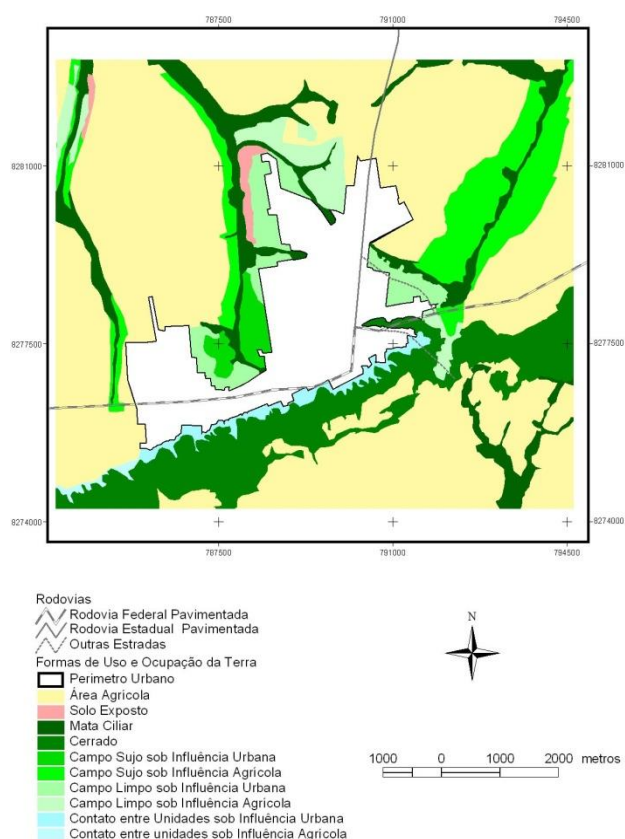


Figura 3. Mapa de uso e ocupação da terra no entorno da cidade de Primavera do Leste – MT.

A “área agrícola” localizada no planalto do Guimarães apresenta em quase sua totalidade uma vulnerabilidade “fraca”, em função do relevo plano e do Latossolo Vermelho – Escuro, exceto em pequenas faixas próximas as áreas de “contato entre unidades litoestruturais sob influência urbana e agrícola” nessas áreas a declividade começa a aumentar levando a uma vulnerabilidade a erosão “média”. Já a “área agrícola” localizada no planalto dos Alcantilados, onde os Neossolos Quartzarênicos ocorrem, há uma vulnerabilidade que varia de “fraca” a “média”, sendo que essa ocupa maior área.

Na unidade “solo exposto” localizada no centro norte da área em estudo a vulnerabilidade à erosão constatada é “fraca”, já na unidade “solo exposto” localizada no noroeste da área em estudo a vulnerabilidade a erosão verificada é “média”. As matas ciliares localizadas no planalto dos Guimarães apresentaram vulnerabilidade à erosão “muito fraca”, em função do tipo de solo e da declividade do local. Já a unidade “mata ciliar” localizada no planalto do Alcantilados apresentou vulnerabilidade “fraca” em decorrência das características pedológicas e da própria morfologia, uma vez que estão situadas em fundos de vales que na maioria das vezes representam o nível de base regional.

A unidade denominada de “cerrado” estende de sudoeste para leste da área em estudo e apresenta as maiores variações de vulnerabilidade a erosão encontrada no mapeamento. Apesar dessa unidade possuir uma vegetação que confere grande proteção observa-se vulnerabilidade “muito fraca”, “fraca”, “média”, “alta” e “muito alta” em decorrência da declividade e do tipo de solo. A grande parte dessa unidade apresenta vulnerabilidade que varia de “média” a “alta”.

As unidades denominadas “campo sujo sob influência urbana” e “campo sujo sob influência agrícola” apresentaram comportamento semelhante, ou seja, a vulnerabilidade nessas unidades varia de “muito fraca” a “fraca” pois localiza-se em Latossolo Vermelho – Escuro. Todas as áreas dessas unidades localizam-se no planalto dos Guimarães, sobre Latossolo Vermelho – Escuro, exceto parte do “campo sujo sob influência agrícola” localizado a nordeste da área que esta sobre solos Orgânicos, nessa porção concentrou-se uma vulnerabilidade “muito fraca”.

As unidades denominadas “campo limpo sob influência urbana” e “campo limpo sob influência agrícola” apresentaram em sua quase totalidade vulnerabilidade a erosão “fraca”, igual ao que ocorrem com as unidades de campo sujo, essas também estão localizadas no planalto do Guimarães sobre Latossolo Vermelho – Escuro.

As unidades denominadas “contato entre unidades sob influência urbana” e “contato entre unidades sob influência agrícola” são complementares, estendem-se de sudoeste até o centro da área em estudo. Nessas unidades a vulnerabilidade à erosão apresenta-se bastante oscilante, nota-se uma vulnerabilidade à erosão “fraca”, “média”, “alta” e de forma mais restrita “muito alta”. Isso ocorre em função da variação de solo e declividade presente nessa faixa, fato típico de áreas de contato litoestruturais devido a própria diversidade da morfoestrutura, representadas pela presença significativa de contatos

litológicos e até mesmo de falhas geológicas das quais se convertem em superfícies com grau de vulnerabilidade elevado frente aos agentes de erosão.

Os solos presentes na área em estudos são: Areias Quartzosas (Neossolos Quartzarênicos), Cambissolos, Latossolo Vermelho – Escuro e solos Orgânicos. Estes solos têm características distintas, suscetibilidades aos processos erosivos também variados.

Os solos Orgânicos e os Latossolos Vermelho – Escuros são considerados de vulnerabilidade “muito fraca” devido sua resistência aos processos erosivos, sendo a eles atribuído valor “1”. Os Cambissolos são considerados de vulnerabilidade “alta” recebendo valor “4”. Dos solos presentes na área em estudo, as Areias Quartzosas (Neossolos Quartzarênicos) apresentam a maior possibilidade de ocorrência de processos erosivos, assim são consideradas de vulnerabilidade “muito alta” e receberam valor “5”. A Figura 4 mostra os tipos de solos encontrados na área em estudo.

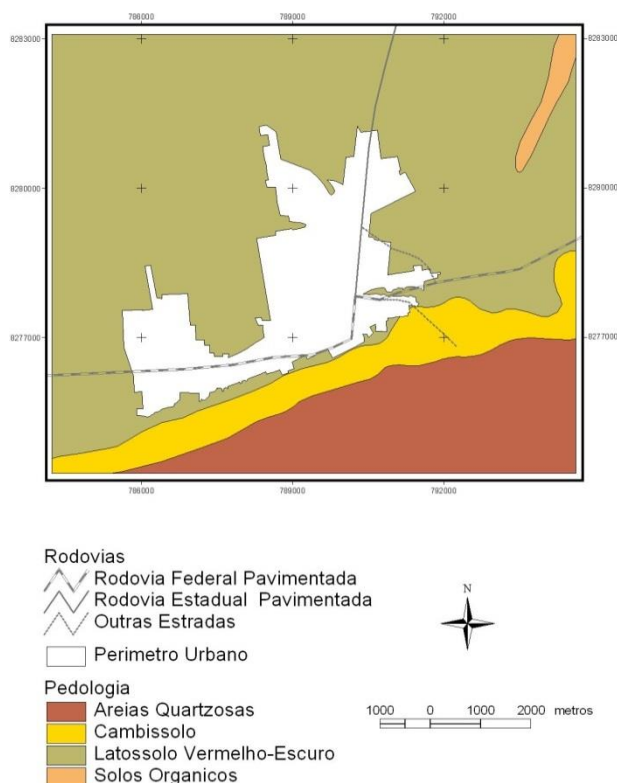


Figura 4. Mapa pedológico do entorno da cidade de Primavera do Leste – MT. Fonte: SEPLAN (2004).

A área em estudo é predominantemente plana, havendo no contato do planalto dos Guimarães com o planalto dos Alcantilados uma declividade próxima dos 20%, que confere a essa parte da área as maiores possibilidades de ocorrência de processos erosivos.

Dividiram-se três intervalos de declividade. O primeiro intervalo de declividade vai de 0 a 6% representando a maior parte da área e possui uma vulnerabilidade “muito fraca”. O segundo intervalo está compreendido entre 6 e 12% e possui vulnerabilidade “fraca”. O terceiro intervalo está entre 12 e 20% e tem vulnerabilidade “média”. Na Figura 5 são apresentados os intervalos de declividade verificados na área em estudo. Por fim, através da sobreposição dos mapas de uso e

ocupação da terra (Figura 3), pedológico (Figura 4) e declividade (Figura 5), obteve-se a distribuição espacial da vulnerabilidade a erosão mecânica das superfícies no entorno do município de Primavera do Leste – MT (Figura 6), conforme valores presentes na Tabela 3.

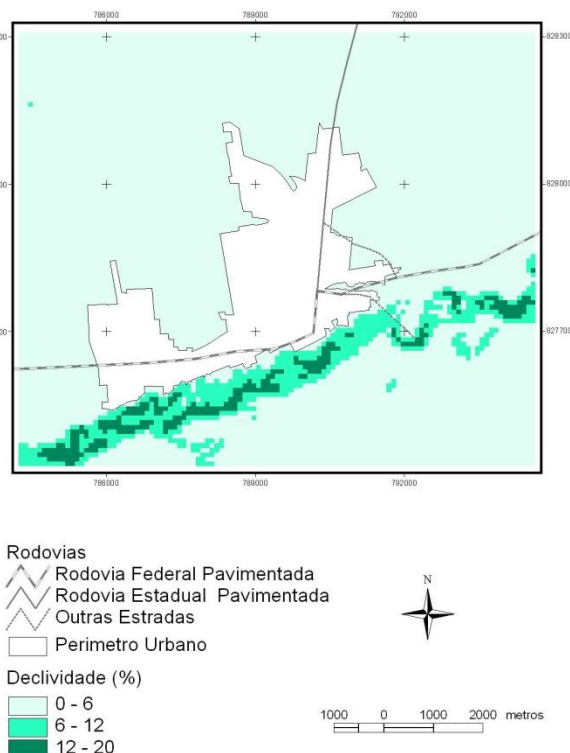


Figura 5. Mapa de declividade do entorno da cidade de Primavera do Leste – MT. Fonte: Derivado de Shuttle Radar Topographic Mission – SRTM.

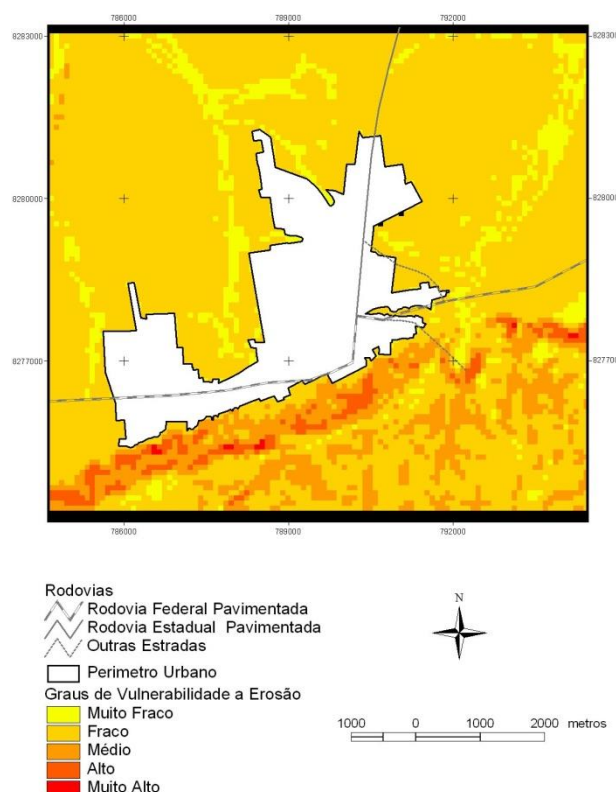


Figura 6. Mapa de vulnerabilidade a erosão mecânica das superfícies no Entorno de Primavera do Leste – MT.

Esse mapa expressa os diferentes graus de vulnerabilidade a ocorrência de erosão do solo no entorno da cidade de Primavera do Leste – MT, observa-se que as áreas localizadas no Planalto dos Guimarães apresentam, de uma forma geral, menos risco que as áreas localizadas no Planalto dos Alcantilados.

O conjunto de atributos físicos necessários à análise de uma unidade de paisagem está relacionado à gênese, forma e estágio de evolução do relevo e suas formações superficiais, condições climáticas e cobertura vegetal. Esses atributos necessitam ser integrados para que se tenha um diagnóstico preciso do comportamento de cada unidade frente à sua ocupação e estágio de morfogênese (Crepani et al. 1996). Dessa forma, ressalta-se que não perfaz a necessidade de comparação com outros trabalhos da literatura, visto que cada um apresenta variações nos fatores supracitados. Até para o mesmo local, quando se aplicam comparações entre diferentes períodos, podem ser observados variações na vulnerabilidade, decorrentes da alteração da cobertura vegetal.

4. CONCLUSÕES

Observou-se que nas áreas de “alta” e “muito alta” vulnerabilidade já existem processos erosivos em curso, que podem ser visualizados no mosaico obtido a partir de imagens de alta resolução do sistema sensor QuickBird da cidade de Primavera do Leste. Dessa forma, recomenda-se a não ocupação das áreas de “alto” e “muito alto” risco. Propõe-se que essas áreas sejam protegidas de qualquer forma de uso e ocupação que possa fomentar os processos erosivos.

Considera-se também, que concomitante a implementação de uma maior fiscalização e um efetivo controle sobre as formas de uso e ocupação dessas áreas, é necessário buscar a recuperação das áreas já degradadas pelos processos de erosão mecânica superficial.

Por fim, recomenda-se aos gestores públicos que procedam com a implementação de programas de fiscalização e gestão do uso do solo, priorizando a ocupação das áreas de vulnerabilidade “muito fraca” e “fraca”, localizadas especialmente no planalto dos Guimarães, na porção norte da cidade. Deve-se controlar e condicionar a ocupação das áreas de “média” vulnerabilidade, a fim de evitar que estas sejam ocupadas de forma desordenada, o que pode causar processos erosivos. Nas áreas de “média” vulnerabilidade localizadas na transição entre os planaltos os usos devem ser restringidos.

5. REFERÊNCIAS

- BORDEST, S. M. L. **Riscos ambientais na Alta bacia do Rio Coxipó - MT**. 1992. 168 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1992.
- CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 365-390 p.
- GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 149-209.
- INFANTI JUNIOR, N.; FORNASARI FILHO, N. Processos de Dinâmica Superficial. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. 587 p.
- LOMBARDI NETO, F.; BERTONI J. **Tolerância de perdas de terra para solo do Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1975. 12 p.
- MARCELINO, E. V. **Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos**. São José dos Campos: INPE, 2008. 20 p.
- MENEZES, J. B. et al. Índice de vulnerabilidade à erosão para uma bacia na mesorregião do São Francisco Pernambucano, a partir das relações entre morfogênese e pedogênese. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 45-56, jul./dez. 2007.
- RIBEIRO, F. L.; CAMPOS, S. Vulnerabilidade a erosão do solo da Região do Alto Rio Pardo, Pardinho, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 6, p. 628-636, jun. 2007.
- ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 8 n. 1, p. 63-72, jul./dez. 1994.
- SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE GERAL (SEPLAN). **Zoneamento sócio-econômico-ecológico do estado de Mato Grosso – 2004**. Disponível em: <<http://www.zsee.seplan.mt.gov.br/zsee/>> Acesso em: set. 2006.