

## **AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE PONTA PORÃ-MS**

**SAKAMOTO<sup>1</sup>, A. Y.**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus de Três Lagoas. Fone: (67) 3509-3700 - E-mail: sakamoto@ceul.ufms.br

**BACANI<sup>2</sup>, V.M.**

<sup>2</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus de Aquidauana. Fone: (67) 3509-3700 - E-mail: bacani\_ufms@yahoo.com.br

**OLIVEIRA<sup>3</sup>, T. C. M. de**

<sup>3</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Fone: (67)3345-7191 E-mail: tito.ufms@gmail.com

**YONAMINE<sup>4</sup>, S.**

<sup>4</sup> PLANURB, Campo Grande, Fone: (67)3317-5178 E-mail: s.y@uol.com.br

### **RESUMO**

A Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental foi realizada em conjunto com o Relatório Geo Cidades do Município de Ponta Porã visando à implantação do Plano Diretor Municipal. Objetivou-se realizar um mapeamento de áreas impactadas em decorrência do uso inadequado do solo em áreas rural e urbana. Os procedimentos utilizados consistiram na utilização de técnicas de tratamento de imagens propostas por Novo (1989); Rosa (1992); e Tutorial SPRING/INPE (2003); podendo ser classificadas em três conjuntos: a) Técnicas de Pré-processamento; b) Técnicas de Realce; c) Técnicas de Classificação Digital. Realizaram-se, também, trabalhos de campo para verificação de verdade terrestre dos alvos espectrais não identificados diretamente nas imagens de satélite. Assim, obteve-se um mapa de uso do solo e cobertura vegetal. Elaborou-se um modelo numérico de terreno no aplicativo Global Mapper 7.0, a partir de imagens do radar topográfico SRTM. A carta clinográfica foi criada com auxílio da imagem de radar SRTM no SIG SPRING 4.2, hierarquizadas em cinco categorias segundo Spörl e Ross (2004). A concretização da carta de vulnerabilidade ambiental se deu após uma análise sistemática das seguintes premissas: MNT ou carta de declividade com os aspectos de geologia, geomorfologia, solos, clima, vegetação e uso do solo. O MNT mostrou que as altitudes do município oscilam entre 340 a 719m, que estão associadas às duas unidades geomorfológicas presentes no município: o Planalto de Maracajú e o Planalto de Dourados (ATLAS MULTIREFERENCIAL de MS, 1990). As porcentagens de declividade predominantes no município são inferiores a 6%, consideradas segundo Spörl e Ross (2004) muito baixas; entretanto, na porção norte do município ocorrem porcentagens de declividade superiores a 30%, consideradas como muito altas. Nessa mesma região, notou-se um elevado índice de voçorocas, que estão associadas aos quatro principais fatores de ocorrência propostos por Lepsch (2002), a saber: declividade do terreno, manejo inadequado do solo, clima e tipo de solo. As principais áreas vulneráveis identificadas apresentaram-se degradadas por ações de processos erosivos, tais como: ravinas e principalmente voçorocas; emissão de resíduos industriais e lixo doméstico diretamente em áreas de nascentes de córregos que deságuam no rio São João, afluente do rio Dourados. Este diagnóstico constitui-se numa tentativa importante de criação de instrumentos contribuam para o planejamento ambiental do município.

Palavras chave: vulnerabilidade ambiental, geoprocessamento, Ponta Porã, MNT.

### **INTRODUÇÃO**

A Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental (AVA) e o Relatório Geo Cidades do Município de Ponta Porã são partes integrantes de um conjunto de procedimentos adotados pelo poder público local, sociedade civil organizada e universidades para elaboração e implantação de um Plano Diretor Municipal, para indicar diretrizes de um

desenvolvimento que minimize os impactos ambientais, através do aperfeiçoamento das técnicas para a exploração dos recursos naturais.

Este estudo tratou da elaboração de mapeamentos de áreas degradadas visando à elaboração de um diagnóstico ambiental que propicie a melhoria da qualidade sócio-ambiental do município. Todas as ações apresentadas visaram auxiliar na elaboração do Plano Diretor Participativo, regulamentado pela lei federal 10257, de 10 de julho de 2001, trazendo em seu primeiro artigo, a preocupação da preservação, conservação e manutenção do equilíbrio ambiental. Nesse sentido, este trabalho caracterizou-se principalmente de aspectos geográficos, baseados em planejamento ambiental estratégico para o desenvolvimento do município de Ponta Porã.

O objetivo desta fase foi a de avaliar a vulnerabilidade ambiental do município de Ponta Porã através de mapeamentos de áreas impactadas em decorrência do uso inadequado do solo em áreas rural e urbana.

## **ÁREA DE ESTUDO**

O município de Ponta Porã está localizado na porção sul-sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, abrangendo uma área territorial de 5.328,5 km<sup>2</sup> (Figura 1).

Destaca-se por apresentar uma fronteira internacional urbana seca de aproximadamente 13 km com a República Paraguai, onde ocorre uma conurbação com a cidade de Pedro Juan Caballero, Capital do Departamento de Amambay.

### **Aspectos Físicos**

Segundo o Atlas Multireferencial de MS (1990), os aspectos físicos do município de Ponta Porã foram descritos conforme segue:

**Geologia:** ocorre predominantemente a Formação Serra Geral (JKsg), pertencente ao Grupo São Bento, da era Mesozóica, seguida da Formação Ponta Porã (Qpp) da era Cenozóica, e por último em menor quantidade, da Formação Caiuá (Kc), Grupo Bauru, da era Mesozóica. A Formação Serra Geral (JKsg) é parte superior do Grupo São Bento. Litologicamente, as exposições dos derrames basálticos são constituídas de rochas de cores verdes e cinza-escuras, localmente vítreas, granulação fina a média, afanítica, ocasionalmente porfirítica; quando alteradas superficialmente adquirem coloração amarelada, com amígdalas preenchidas por quartzo, calcita ou nontronita.

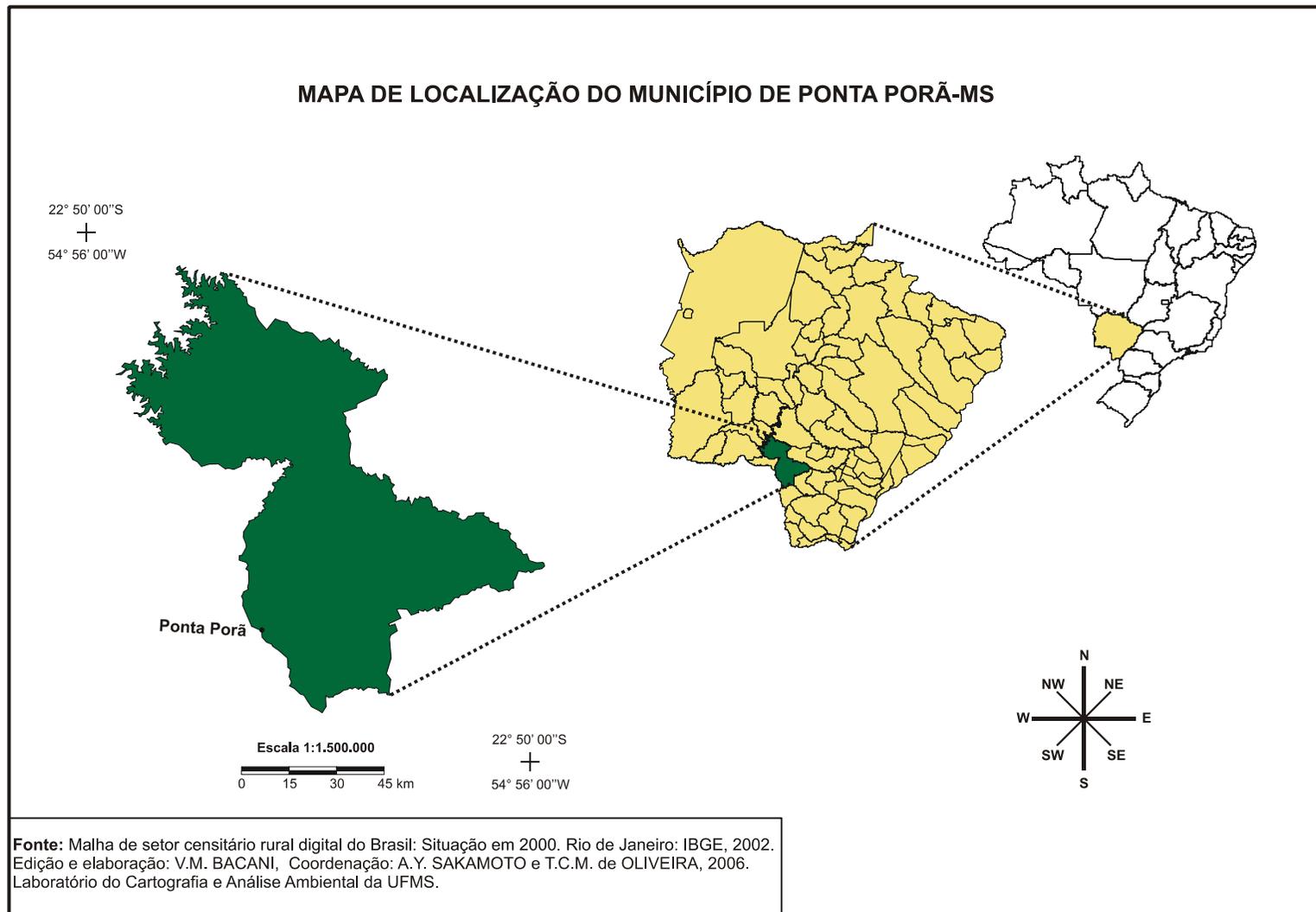


Figura 1 – Localização do Município de Ponta Porã-MS.

A Formação mais recente presente no município é a Formação Ponta Porã (Qpp), pertencente à era Cenozóica. É constituída por depósitos conglomeráticos com matriz arenosa e cimento ferruginoso, contendo fragmentos de tamanhos desde seixos a matações. Os fragmentos são principalmente quartzos, metassedimentos do Grupo Caiuá e arenitos da Formação Furnas; subordinadamente encontram-se fragmentos de rochas graníticas.

A Formação Caiuá (Kc), do Grupo Bauru enquadra-se nas Unidades Mesozóicas. Esta Formação é representada por uma característica de uniformidade litológica, com espessura não superior a 150m, visualizam-se arenitos bastante porosos, facilmente desagregáveis, e na maioria das vezes seus grãos encontram-se envoltos por uma película de limonita.

**Geomorfologia:** A cidade assenta-se sobre um relevo bastante suave. O município encontra-se inserido em duas Regiões Geomorfológicas: a dos Planaltos da Borda Ocidental da Bacia do Paraná e a Região dos Planaltos Areníticos Basálticos Interiores.

A primeira Região encontra-se inserida na Unidade Geomorfológica do Planalto de Maracajú, e a segunda na Unidade Geomorfológica do Planalto de Dourados. O Planalto de Maracajú é esculpido em rochas basálticas da Formação Serra Geral, que origina um relevo plano ou tabular nos principais interflúvios de modelados convexos nas áreas de cabeceiras de drenagem e encostas. Em seu conjunto, verifica-se que as maiores altitudes ocorrem na parte central. Aí o relevo plano constitui parte de pediplano herdado delimitado por escarpas, que chegam a atingir altitudes superiores a 700m. As disposições geográficas do relevo e da rede de drenagem configuram nessa serra um divisor de águas entre as drenagens que vertem para calha do Paraná e as que vertem para a bacia do Paraguai.

Quanto ao Planalto de Dourados, este se constitui de uma superfície rampeada, formando um plano inclinado para sudeste. No limite com o Planalto de Maracajú as altitudes situam-se em torno de 500 m atingindo, no limite com os Divisores das Sub-Bacias Meridionais cotas próximas de 300 m. o relevo acha-se esculpido em derrames basálticos de Formação Serra Geral, ocorrendo localmente, manchas de arenitos da Formação Bauru.

**Solos:** os solos presentes no município segundo o Atlas Multireferencial de Mato Grosso do Sul (1990) são: o Latossolo Vermelho-Escuro e o Latossolos Roxo, equivalentes ao Latossolo Vermelho e o Nitossolo Vermelho da classificação da

EMBRAPA (1999). Os Latossolos Vermelho-Escuros são solos minerais, não hidromórficos, altamente intemperizados e caracterizam-se por apresentar um horizonte B latossólico. Em geral são profundos e muito profundos, bem e acentuadamente drenados, friáveis e bastante porosos. São encontrados em áreas mais aplanadas. Devido à posição ocupada no relevo, associada por suas propriedades físicas, condiciona favoravelmente o seu uso agrícola desde que corrigida às deficiências nutricionais.

O Latossolo Roxo ocorre na maior parte da área municipal. São solos profundos, bastante intemperizados acentuadamente drenados, friáveis, muito porosos e permeáveis, com baixa susceptibilidade a erosão. Com relação às características morfológicas, é considerado semelhante ao Latossolo Vermelho-Escuro, porém quimicamente, verifica-se grande diferença, pois os Latossolos Roxos apresentam elevados teores de óxidos de ferro, titânio e manganês.

**Clima:** a região caracteriza-se como de clima úmido, apresentando índices efetivos de umidade com valores anuais variando entre 40 a 60 %. A precipitação pluviométrica anual varia entre 1750 a 2000 mm anuais, com excedente hídrico de 1200 a 1400 mm durante 07 a 08 meses e deficiência hídrica de 200 a 350 mm durante 03 meses. A temperatura média anual é 22° C, estando entre as médias mais baixas do Estado.

**Vegetação:** a vegetação natural presente atualmente é a Floresta Estacional Semidecidual e em proporções mais reduzidas alguns resquícios de Cerrado. Com relação à vegetação antrópica, temos a presença predominante de agricultura seguida de pastagens.

**Hidrografia:** O município é o divisor de águas entre as duas maiores bacias hidrográficas da Bacia Platina, a bacia hidrográfica do Paraná (aproximadamente 80%) e a bacia hidrográfica do Alto Paraguai (aproximadamente 20%). As principais sub-bacias hidrográficas que drenam o município são: rio São João, rio Itá (afluente do rio São João), rio Lajeado, rio Santa Virginia, rio Samambaia, rio Santa Maria, córrego Passa Cinco, ribeirão Douradilho e rio Dourados fazem parte da bacia hidrográfica do Paraná. E, os rios Apa, Miranda e Bananal pertencem à bacia do Alto Paraguai.

## **METODOLOGIA**

Os procedimentos metodológicos adotados basearam-se inicialmente na compilação de informações do Atlas Multireferencial (1990) que serviram para elaboração de mapas temáticos iniciais, e em cartas topográficas do DSG (1971; 1979;

1984; 1985; 1990), na escala de 1:100.000, que auxiliaram nos procedimentos de registro e georeferenciamento de imagens de satélite. A elaboração de carta de vulnerabilidade e uso do solo de Ponta Porã foi realizada com base em técnicas de geoprocessamento, trabalhos de campo e reuniões comunitárias.

As Técnicas de Processamento Digital de Imagens, foram aplicadas nas imagens de satélite LANDSAT-TM 5, órbitas/ponto nº 225/75 e 225/76 de 04/08/2005, conforme fundamentos propostos por Novo (1989); Rosa (1992); e Tutorial SRING/INPE, (2003), podendo ser classificadas em três conjuntos: a) Técnicas de Preprocessamento; b) Técnicas de Realce; c) Técnicas de classificação digital.

**Modelo Numérico de Terreno:** obteve-se uma grade numérica da NASA, contendo informações altimétricas registradas pelo radar topográfico SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), com resolução  $x$  e  $y$  aproximada de 90 m e resolução  $z$  de 1m. Em seguida elaborou-se o Modelo Numérico de Terreno no aplicativo Global Mapper 7.0 (Figura 2).

**Carta de Declividade:** a carta clinográfica foi criada com auxílio da imagem de radar SRTM no SIG (Sistema de Informação Geográfica) SPRING 4.2. identificou-se 5 classes de declividade hierarquizadas em cinco categorias que representam, segundo Spörl e Ross (2004), valores já conhecidos de limites críticos de geotecnia, a saber: 1 – Muito Fraco - <6%; 2 – Fraco – 6 a 12%; 3 – Médio – 12 a 20%; 4 – Forte – 20 a 30% e 5 – Muito Forte - >30% (Figura 3).

Os trabalhos de campo consistiram da verificação de verdade terrestre dos alvos espectrais não detectados diretamente em imagens de satélite através da utilização do GPS.

A partir da elaboração dos mapas temáticos apresentados acima e trabalhos de campo, elaborou-se uma carta final que representa as áreas vulneráveis do município associadas ao uso do solo e a vegetação (Figura 4).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo numérico de terreno mostrou altitudes que oscilam entre 340 a 719 m, configurando uma amplitude altimétrica de 379 m no município (figura 2). Foi possível verificar também que as maiores altitudes que correspondem aos tons de vermelho e amarelo coincidem com a unidade geomorfológica do Planalto do Maracajú, constituindo-se as cores mais avermelhadas ao divisor de águas entre as Bacias do rio

Paraná e Paraguai. As cores verdes e azuis situadas na porção Leste do município associam-se ao Planalto de Dourados na Região dos Planaltos Areníticos-Basálticos Interiores, onde se identificaram as menores cotas junto ao nível de base local, o rio Dourados.

As classes de declividade identificadas na figura 3 apresentaram-se predominantemente com índices inferiores a 6%, enquadrando-se nas classes de declividades muito baixas, conforme apontado por Spörl e Ross (2004). Entretanto, nas proximidades ao divisor de águas das Bacias dos rios Paraná e Paraguai, sobretudo na Bacia do rio Paraguai, identificou-se declividades superiores a 30%, consideradas como de muito fortes. Através de reuniões comunitárias e posteriores trabalhos de campo permitiram observar e constatar áreas em processos de degradação avançados.

Constatamos a presença de processos erosivos bastante avançados, principalmente onde as classes de declividade apresentaram maiores percentuais. Segundo Lepsch (2002), a maior ou menor susceptibilidade a erosão hídrica de terreno depende de vários fatores, entre os quais são considerados quatro fatores principais: clima da região, tipo de solo, declividade do terreno e manejo do solo. Assim, os altos índices pluviométricos do município (superiores a 1750 mm anuais) estão associados aos manejos inadequados do solo que resultaram na evolução de processos erosivos na região, passando de sulcos, ravinas e voçorocas.

As principais áreas vulneráveis identificadas apresentaram-se degradadas por ações de processos erosivos, tais como: ravinas e principalmente voçorocas, situadas predominantemente na porção norte do município, no divisor de águas das Bacias dos rios Paraguai e Paraná, algumas em estágio bastante avançados associadas principalmente à retirada da cobertura vegetal de áreas de nascentes e aos fatores apontados acima por Lepsch (2002); outro tipo de degradação marcante é a emissão direta de resíduos industriais, principalmente associados a indústrias de óleo vegetal que lança seus resíduos em nascentes de importantes córregos que deságuam no rio São João. Ainda nesses córregos que fluem para o rio São João, registrou-se a presença de lixo doméstico na cabeceira dos mesmos.

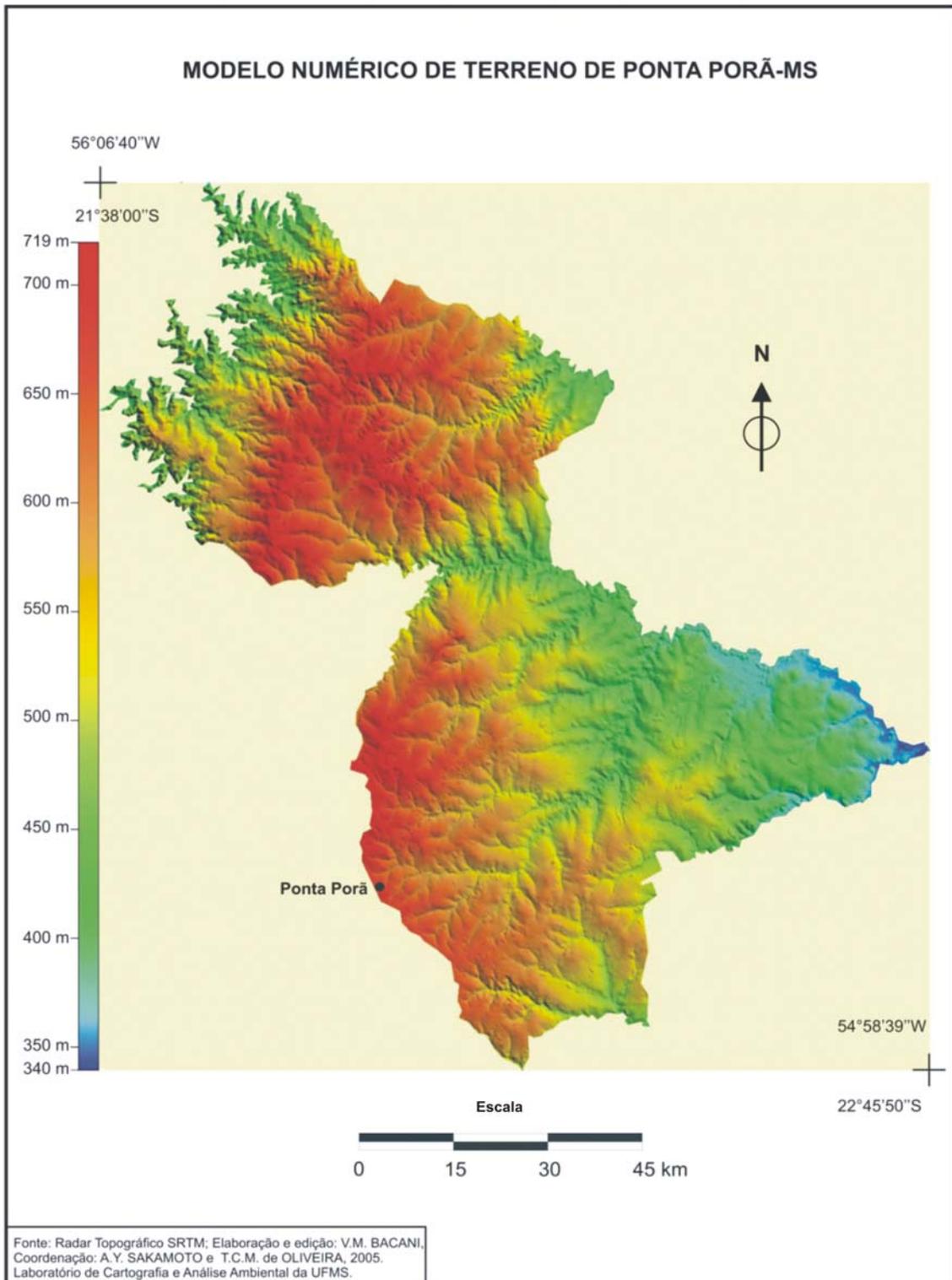


Figura 2 – Modelo Numérico de Terreno.



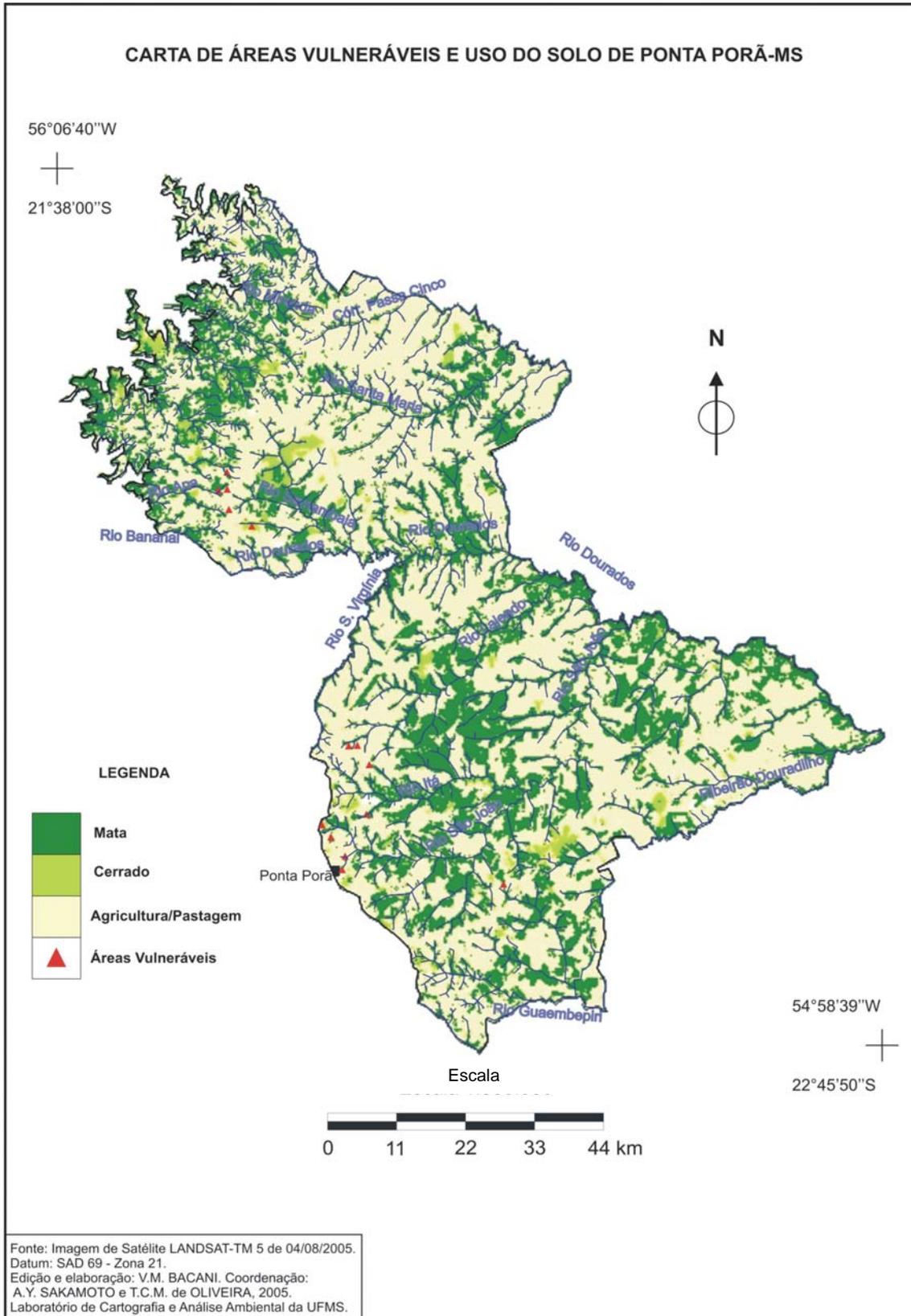


Figura 4 – Áreas Vulneráveis, Uso do solo e Vegetação.

## CONCLUSÃO

Análises realizadas nos mapas associados às observações de campo mostraram que às áreas, de ocorrência de processos erosivos mais intensos, estão localizadas nas faixas geológicas da Formação Ponta Porã, constituída por depósitos conglomeráticos com matriz arenosa e cimento ferruginoso, contendo fragmentos de tamanhos desde seixos a matacões.

As avaliações de áreas vulneráveis constituíram-se numa importante ferramenta de atualização e elaboração de novas informações a respeito das características ambientais do município de Ponta Porã, além de auxiliar ações multidisciplinares que deram subsídios ao Plano Diretor Municipal.

**Agradecimentos:** ao INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), a equipe técnica da Prefeitura Municipal de Ponta Porã: Roberto Winters Steil, Vandi Mara Frediani Tirelli, Dionete Martins de Lima, Ernestina Maria de Lima, Karin Fernanda Schwambach; aos estagiários Regazzone Flores Rodrigues e Téo Andreolli Correa; aos professores da UFMS: Patrícia Mirandola Avelino, Wallace de Oliveira e Firmino Antônio de Oliveira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (1971) – Folha SF.21-Z-B-VI. **Bocajá.** Escala 1:100.000

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (1971) – Folha SF.21-X-C-VI. **Vista Alegre.** Escala 1:100.000

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (1984) – Folha SF.21-X-C-V. **Boqueirão.** Escala 1:100.000

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (1990) – Folha SF.21-Z-A-III. **Antônio João.** Escala 1:100.000

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (1979) – Folha SF.21-Z-B-I. **Itahum.** Escala 1:100.000

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (1984) – Folha SF.21-A-VI. **Ponta Porã.** Escala 1:100.000

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (1985) – Folha SF.21-X-D-IV.  
**Maracajú.** Escala 1:100.000

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Embrapa-SPI, 1999. 412p.

LANDSAT TM 5: Imagem de satélite, São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005. Bandas 3, 4 e 5. Órbita 225 e ponto 75.

LANDSAT TM 5: Imagem de satélite, São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005. Bandas 3, 4 e 5. Órbita 225 e ponto 76.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178 p.

MALHA DE SETOR CENSITÁRIO RURAL DIGITAL DO BRASIL: Situação em 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral. **Atlas Multireferencial.** Campo Grande, 1990.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 05 abr. 2006.

NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações.** São Paulo: Edgard Blücher, 1989.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto.** 2. ed. Uberlândia: EDUFU, 1992. 109 p.

SPÖRL, C; ROSS, J. L. S.; Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, Nº 15, pp. 39-49, abr. 2004.