

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

THALITA BEATRIZ ANTUNES KLAIS

ANÁLISE MULTITEMPORAL DA COBERTURA DO SOLO E  
VULNERABILIDADE NATURAL E AMBIENTAL DE PONTA  
PORÃ – MS.

Campo Grande  
2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

**THALITA BEATRIZ ANTUNES KLAIS**

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA COBERTURA DO SOLO E  
VULNERABILIDADE AMBIENTAL DE PONTA PORÃ – MS.**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, na área de concentração em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos.

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho**

Aprovada em:

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho  
Orientador - UFMS

Prof. Dr. Alfredo Marcelo Grigio  
UERN

Prof. Dr. Giancarlo Lastoria  
UFMS

Campo Grande, MS  
2009

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico este trabalho a Deus e aos meus pais, que sempre me apoiaram nos meus estudos, nunca deixando nada faltar.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus em sua infinita bondade que me concedeu saúde, esperança e perseverança para a conclusão deste trabalho.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela bolsa de estudo concedida.

À Prefeitura Municipal de Ponta Porã, pela informações cedidas e pela ajuda no trabalho de campo, cedendo o motorista Sérgio para nos auxiliar neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Antonio C. Paranhos Filho, pela amizade e pela orientação fornecida durante a elaboração deste trabalho.

Aos amigos do laboratório de geoprocessamento, Renata, Liliane, Hugo Teruya, Gabriela, e muitos outros que trabalharam comigo.

À Me. Engenheira Ambiental Thais Gisele Torres e a todos os estagiários do Ministério Público pelo apoio e ajuda.

Aos meus pais por acreditarem em mim, investindo financeiramente e emocionalmente.

Ao meu namorado, Leandro, que mesmo longe, ajudou a minimizar minhas ansiedades.

À todos os colegas, professores e funcionários do Programa de Pós Graduação em Tecnologias Ambientais.

*As dificuldades são como as montanhas.  
Elas só se aplainam quando avançamos sobre elas.*

*Provérbio Japonês*

## SUMÁRIO

DEDICATÓRIA .....	I
AGRADECIMENTOS .....	II
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS .....	V
RESUMO .....	VI
ABSTRACT .....	VII
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	8
ARTIGO 1 .....	10
ARTIGO 2 .....	24
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CORINE	Projeto Corine: Coordination on Environment
DSG	Divisão de Serviço Geográfico – Exército Brasileiro
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GPS	Global Positioning System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
LANDSAT	Land Remote Sensing Satellite
ETM +	Enhanced Thematic Mapper plus
MS	Mato Grosso do Sul
MT	Mato Grosso
PAN	Pancromática
RADAMBRASIL	Programa de Integração Nacional – levantamento de recursos naturais
RGB	Canais para composição de imagem Red Green Blue
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TM	Thematic Mapper
UTM	Universal Transversa de Mercator

## RESUMO

KLAIS, T.B.A. (2009). *ANÁLISE MULTITEMPORAL E VULNERABILIDADE AMBIENTAL DE PONTA PORÃ – MS. Campo Grande, 2009. 146 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.*

O levantamento e mapeamento do uso e ocupação do solo nem sempre leva em consideração os manejos mais adequados desse recurso, assim ampliam-se os riscos de degradação ambiental, principalmente onde a capacidade de uso deste recurso não vem sendo respeitada. Este trabalho teve como objetivos principais, avaliar as mudanças ocorridas no uso e na ocupação do solo no Município de Ponta Porã, situado na divisa do Mato Grosso do Sul com o Paraguai e analisar as vulnerabilidades natural e ambiental. Os materiais deste estudo foram: o mapa de geologia, de aptidão agrícola, declividade, cartas topográficas e as imagens de satélite TM Landsat, de 1989 e 2006. Na análise multitemporal, que utilizou as cartas topográficas do DSG/IBGE para a cobertura do solo da década 60 foi e imagens Landsat para o ano de 2006, o resultado foi uma diminuição em 4,6% da cobertura dos solos com áreas naturais (mata e cerrado), restando ainda para o Município de Ponta Porã 18,8% de áreas naturais. O mapeamento da Vulnerabilidade Natural permitiu verificar que o município encontra-se com 83% de sua área com graus vulnerabilidade de intermediário a estável e para a Vulnerabilidade Ambiental foi constatada uma vulnerabilidade de média a alta onde o uso e ocupação do solo é pastagem ou agricultura, confirmando o que foi observado durante as etapas de campo.

Palavras-Chave: Geoprocessamento, análise multitemporal, vulnerabilidade.

## ABSTRACT

KLAIS, T.B.A. (2009). *MULTITEMPORAL AND ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF PONTA PORA - MS, 2009. 146 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brazil.*

The survey and mapping of the land use and occupation do not always take into account the most appropriate management of this resource, thus this expands the risk of environmental degradation, especially where the ability to use this feature has not been respected. This work has had as main objectives, to evaluate changes in the land use and occupation in the municipality of Ponta Porã and analyze the natural and environmental vulnerabilities. The materials of this study were: the geologic map, agricultural suitability map, slope map, topographic charts and Landsat TM satellite images from 1989 and 2006. In the multitemporal analysis, the topographic charts of DSG/IBGE have been used for the 60's land cover data and Landsat images have been to 2006, the results show a decrease of 4.6% of natural areas, remaining still at Ponta Porã 18.8% of natural areas (forest and cerrado). The Natural Vulnerability chart shows that the council meets with 83% of its area with intermediate degrees of vulnerability in a stable and Environmental Vulnerability A vulnerability was found in medium to high where the use and occupation of the land is pasture or agriculture, confirming the which was seen in the field.

Key-words: Geoprocessing, multitemporal analysis, vulnerability.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Nesta dissertação são apresentados dois trabalhos que serão submetidos a revistas científicas, com corpo editorial. São mostrados diferentes usos de geotecnologias para a confecção de cartas para estudos ambientais.

São apresentados os temas: a Análise Multitemporal (1989 – 2006) e Mapas de Vulnerabilidade Natural e Ambiental, utilizando a álgebra de mapas em SIG. Estes trabalhos foram confeccionados através de metodologias que podem ser utilizadas em outras áreas do Mato Grosso do Sul e mesmo do Brasil.

A escolha pelo Município de Ponta Porã se deve ao seu grande potencial econômico no Estado de Mato Grosso do Sul e também por ser uma cidade fronteiriça, em uma região que era regida por conflitos de terras em 1900 e atualmente é cidade-gêmea de Pedro Juan Caballero - Paraguai, com quem, atualmente, mantém uma relação estável pela posse da terra.

Em qualquer cidade existe interesse em se saber qual o uso e ocupação do solo, quais recursos naturais existentes e principalmente quais recursos ainda estão disponíveis para exploração, para se fazer uma gestão pública mais eficaz e condizente com a realidade.

Assim, o uso de geotecnologias vem acrescentar informações necessárias para estudos ambientais, monitorando a dinâmica da cobertura vegetal, reduzindo custos e tempo na identificação de pontos vulneráveis, ajudando assim na tomada de decisões, pois, em muitas áreas, os fatores econômicos prevalecem sobre a potencialidade do meio.

A análise multitemporal é uma importante ferramenta para o estudo da evolução ambiental de uma área, pois estabelece comparações de uma mesma paisagem entre dois ou mais períodos auxiliando, assim, o monitoramento e/ou diagnóstico dessas regiões (Oliveira, 2005; Grigio, 2003).

A geração do mapa de vulnerabilidade natural visa mostrar a pré-disposição do ambiente frente a fatores ambientais naturais como: geomorfologia, geologia e solos, a estabilidade em relação à morfogênese e à pedogênese e, para o fator vegetação, a estrutura

das redes e teias alimentares, o estágio de fitossucessão e a biodiversidade, enquanto que o mapa de vulnerabilidade ambiental refere-se à susceptibilidade do ambiente a pressões antrópicas (Grigio, 2003).

Com a utilização das imagens de satélite para análise de uso do solo, identificação, mensuração e quantificação de seus elementos componentes, torna-se possível o estabelecimento de banco de dados e de mapas temáticos gerados a partir destes (Correia, 2007).

Nesse contexto, a Vulnerabilidade Natural e Ambiental propõe zonas condicionadas a um modelo de uso, de acordo com a capacidade de suporte do ambiente, onde proporciona os meios e as condições para que todos os objetivos de conservação da natureza possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz.

## VULNERABILIDADE NATURAL E AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE PONTA PORÃ, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Thalita Beatriz Antunes Klais<sup>1,2</sup>  
Antonio Conceição Paranhos Filho<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, CCET, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Cx.Postal 549, Campo Grande, MS, 79.070-900, Brasil.

<sup>2</sup>Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais. Departamento de Hidráulica e Transportes, CCET, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Cx.P. 549, Campo Grande, MS, 79.070-900, Brasil.

### RESUMO

A Vulnerabilidade Natural mostra a pré-disposição do ambiente frente a fatores ambientais naturais como a geomorfologia, geologia, solos e a sua estabilidade em relação à morfogênese e à pedogênese. Já a Vulnerabilidade Ambiental é definida como qualquer susceptibilidade do ambiente a um impacto potencial provocado por um uso antrópico qualquer. Os objetivos do trabalho foram avaliar o uso e a ocupação do solo do Município de Ponta Porã, situado na divisa do Mato Grosso do Sul com o Paraguai, bem como determinar a sua Vulnerabilidade Natural e Ambiental. Para este estudo foram utilizados mapas de geologia, aptidão agrícola, declividade, cartas topográficas e imagens de satélite Landsat TM. A Vulnerabilidade Natural foi média em 62,8% da área do estudo, baixa em 20,7%, alta em 12,8% e muito alta em 3,7%. Os altos valores de Vulnerabilidade Natural refletiram em elevadas porcentagens de Vulnerabilidade Ambiental. Sendo assim, foi constatado que 75,2 % do município, correspondente a mais de 406.968422 ha, possui Vulnerabilidade Ambiental alta a muito alta. Esses números foram encontrados principalmente em áreas onde o uso e ocupação do solo é pastagem ou agricultura.

**Palavras chaves:** Cerrado, Conservação, Geotecnologias.



**NATURE AND ENVIRONMENTAL VULNERABILITY AT PONTA PORÃ  
MUNICIPALITY, MATO GROSSO DO SUL STATE, BRAZIL**

**ABSTRACT**

The natural vulnerability shows the predisposition of the environment to natural agents like geomorphology, geology, soils and its stability in relation to morphogenesis and pedogenesis. The environmental vulnerability is defined as any susceptibility of the environment to any potential impact caused by human actions. The objectives of this work are the evaluation of the land use at Ponta Porã Municipality, located on the border between Mato Grosso do Sul (Brazil) and Paraguay, as well as determine its natural and environmental vulnerability. In this study have been used the maps of geology, agricultural vocation, slope, topographic sheets and Landsat TM satellite images. The natural vulnerability has average values to 62,8% of the study area, is low on 20,7%, high on 12,8% and very high on 3,7%. The high values of natural vulnerability have implicated on also high values of environmental vulnerability. So is has been observed that 75,2% of the Municipality, over 406.968422 ha. Wide, has high and very high environmental vulnerability. These numbers have been found mainly on areas were cattle and agriculture are conducted as land use.

**Key-words:** Cerrado, Conservation, Geo-technologies.

**1. INTRODUÇÃO**

As geotecnologias representam um dos três campos do conhecimento humano que mais crescem no mundo, juntamente com as nanotecnologias e as biotecnologias. Existe uma demanda mundial por profissionais que integrem dados ambientais e imagens de satélite, demonstrando a importância da utilização desse tipo de ferramenta em análises ambientais (GEWIN, 2004; PARANHOS FILHO et al., 2008).

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto e de Sistema de Informação Geográfica (SIG) tem sido importantes ferramentas para o monitoramento ambiental, pois elas permitem analisar a dinâmica da cobertura vegetal e do uso do solo e associar essas transformações às condições físicas do meio, aos mecanismos de produção agropecuários e à qualidade de vida das populações locais (LORENA et al., 2001).

Segundo Franco et al. (2002), a conservação dos solos por meio de políticas obrigatórias quase sempre não atingem os seu objetivos. Por essa razão o uso de técnicas de sensoriamento remoto para a análise dos impactos decorrentes do mau uso dos solos é imprescindível para a conservação do ambiente.

53 A Vulnerabilidade Natural (VN) mostra a pré-disposição do ambiente frente a fatores  
54 ambientais naturais como a geomorfologia, geologia e solos e a estabilidade em relação à  
55 morfogênese e à pedogênese. Quanto à vegetação ela mostra a estrutura das redes e teias  
56 alimentares, o estágio de fitossucessão e a biodiversidade (GRIGIO et al., 2004).

57 Segundo Tagliani (2003) a Vulnerabilidade Ambiental é definida como qualquer  
58 susceptibilidade de um ambiente a um impacto potencial provocado por um uso antrópico  
59 qualquer. Ela é importante, pois ela representa a susceptibilidade do ambiente às pressões  
60 antrópicas (GRIGIO et al., 2004).

61 O Município de Ponta Porã, situado ao sul do Estado de Mato Grosso do Sul,  
62 representa uma área de importância geopolítica, pois está localizado na fronteira com a  
63 República Federativa do Paraguai. Sua sede municipal possui conurbação internacional com  
64 Pedro Juan Caballero, o que lhe confere vantagens de localização e condições para o  
65 desenvolvimento de suas potencialidades econômicas (MATO GROSSO DO SUL, 1990).

66 Os municípios que se encontram em áreas de fronteira devem ter ferramentas para  
67 controle de seus territórios e assim promover estudos que integrem informações de interesse  
68 para essas áreas. Sendo assim, por meio do uso de geotecnologias podemos elaborar melhores  
69 estratégias de conservação ambiental, através de planos de manejo mais adequados e de baixo  
70 custo (PARANHOS FILHO et al., 2008).

71 Assim, neste trabalho foram criadas as cartas de Vulnerabilidade Natural e Ambiental  
72 com a finalidade de promover o planejamento ambiental, bem como ações de gestão territorial  
73 adequadas ao Município de Ponta Porã.

74

75

## 76 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 77 2.1. Área de Estudo

78 A área de estudo é o Município de Ponta Porã, localizado na parte sul de Mato Grosso  
79 do Sul, entre as coordenadas, UTM Fuso 21, *datum* Córrego Alegre, 591.732/708.400E,  
80 7.607.260/7.481.883N (Figura 1).

81 A vegetação possui predominância de campos limpos formados por áreas extensas de  
82 gramínea e vegetação herbácea constituindo amplas pastagens naturais, alternando vegetação  
83 arbustiva e arbórea ciliar. Os solos são principalmente latossolos vermelhos escuros com  
84 predominância de latossolos roxos (MALDONADO et al., 2009). O clima da região, segundo  
85 a classificação de Köppen é do tipo Aw.

86

## 87 2.2. Álgebra e Cruzamento de Mapas

88 Para a obtenção dos mapas de VN e VA do Município de Ponta Porã foi utilizada a  
89 álgebra de mapas, que pode ser definida como um conjunto de técnicas para análise da  
90 informação geográfica. Esse conjunto inclui a reclassificação, a intersecção (*overlay*), bem  
91 como operações matemáticas entre mapas e as consultas a bancos de dados (CÂMARA et al.,  
92 2001).

93 A VN e VA foi feita conforme a metodologia proposta por Grigio et al. (2004), sendo  
94 que a VN é obtida através do cruzamento entre os mapas temáticos de geologia, aptidão dos  
95 solos e declividade. Já a VA é determinada através do cruzamento entre o mapa de VN, com  
96 uma carta de uso e ocupação de solo.

97 Para o cálculo da VN foi feita a média aritmética dos valores de vulnerabilidade das  
98 classes dos mapas de geologia, aptidão dos solos e declividade. O resultado da média  
99 aritmética foi distribuído em muito baixa (de  $1,0 \leq 1,3$ ), baixa (de  $1,4 \leq 1,7$ ), média (de  $1,8 \leq$   
100  $2,24$ ), alta (de  $2,3 \leq 2,5$ ) e muito alta ( $\geq 2,6$ ) (GRIGIO et al., 2004).

101 Para a obtenção do mapa de VA mais fiel ao Município de Ponta Porã, foi aplicado o  
102 método de ponderação dos fatores, que permite a compensação entre os fatores analisados,  
103 através de um conjunto de pesos que indicam a importância relativa de cada fator. Os pesos de  
104 compensação indicam a importância de qualquer fator em relação aos demais. Foram feitos  
105 cruzamentos com os diferentes pesos compensatórios (Tabela 2).

106 A VA foi distribuída nas classes, muito baixa (de  $1,0 \leq 1,3$ ), baixa (de  $1,4 \leq 1,7$ ),  
107 média (de  $1,8 \leq 2,2$ ), alta (de  $2,3 \leq 2,5$ ) e muito alta ( $\geq 2,6$ ), (GRIGIO et al., 2004).

108

## 109 2.3. Geologia, Aptidão, Declividade e Uso e ocupação de Solos

110 Para gerar os dados atualizados de geologia foram atualizados os contatos geológicos  
111 da carta temática de Geologia dos projetos RADAM (RADAMBRASIL, 1982), através da  
112 fotointerpretação da Banda PAN do satélite Landsat 7 ETM+, de 2006 (INPE, 2006). As  
113 classes de geologia encontradas para Ponta Porã, bem como os valores de VN usadas para o  
114 município são mostradas na Tabela 1.

115 A aptidão promove o planejamento criterioso do uso agrícola das terras através de  
116 dados qualitativos e quantitativos (MATO GROSSO DO SUL, 1990). Esse planejamento  
117 determina a capacidade produtiva das terras, através da interação entre o tipo de solo, relevo,  
118 para a indicação de áreas aptas para lavouras, pastagens e silvicultura, além de áreas que são  
119 desaconselháveis ao processo produtivo (MATO GROSSO DO SUL, 1990).

120 Para determinar a aptidão dos solos foi utilizado o Mapa de Aptidão do Solo do Atlas  
121 Multirreferencial do Estado de Mato Grosso do Sul (MATO GROSSO DO SUL, 1990). Na  
122 Tabela 1 estão descritas as classes de aptidões do Município de Ponta Porã.

123 Já a declividade do Município de Ponta Porã foi obtida através do processamento dos  
124 dados altimétricos da SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). A SRTM fornece arquivos  
125 MDE (modelos digitais de elevação), que são gerados a partir de radar e estão gratuitos na  
126 *web* com resolução 90x90m. A Carta de Declividade foi obtida através de um algoritmo para  
127 a geração de vetores a partir do programa PCI Geomatica (2003).

128 Foram empregados os critérios de Nascimento et al. (2006) para estabelecer valores de  
129 estabilidade para a declividade em relação ao relevo para o município (Tabela 1).

130 A partir das classes de relevo, e de declividade e, considerando a estabilidade dos  
131 solos, foram estabelecidos os valores de vulnerabilidade. Foi determinado o valor de  
132 Vulnerabilidade 1,0 para as áreas com até 5% de declividade. Para áreas onde o relevo possui  
133 de 5 a 29% de declividade foi adotado o valor 3,0 de Vulnerabilidade.

134 Finalmente o uso e ocupação do solo consideram o fator antrópico atuante no processo  
135 de modelação da paisagem, ao alterar a configuração original do local. Na Tabela 1 estão  
136 descritos as classes de cobertura do solo encontrados no Município de Ponta Porã e seus  
137 respectivos valores de Vulnerabilidade.

138

### 139 3. RESULTADOS

140 A geologia da área de estudo é constituída por 80,3% do Grupo São Bento, Formação Serra  
141 Geral e em 19,7% pela Formação Ponta Porã (Figura 2).

142 Quanto à aptidão dos solos, 68,8% das terras possuem aptidão regular, 14,57%  
143 intermediária, 8,4% restrita e 8,1% boa (Figura 2).

144 Quanto à declividade, 93% do relevo variam entre plano e suave ondulado, enquanto  
145 7% vão de ondulado a forte ondulado (Figura 2).

146 A Vulnerabilidade Natural foi média em 62,8% da área do estudo, baixa em 20,7%,  
147 alta em 12,8% e muito alta em 3,7% (Figura 3).

148 Quanto ao uso e ocupação dos solos 46% do território é utilizado para pastagens, 13%  
149 são constituídas por áreas de Cerrado, as áreas de assentamentos, matas e agricultura ocupam  
150 igualmente 6% do território. A área urbana corresponde a 1% do território, enquanto rios e  
151 lagos são responsáveis por 0,06% (Figura 4).

152 Para a Vulnerabilidade Ambiental 75,26 %, correspondente a mais de 406.968422 ha  
153 do município, variou de alta a muito alta. A VA da área do estudo foi média em 11,1%, baixa  
154 em 13,61% e muito baixa em 0,7% (Tabela 3).

155

#### 156 4. DISCUSSÃO

157 A Vulnerabilidade Natural média em 62,8%da área de estudo pode ser explicada pelo  
158 conjunto de características que constituem a própria paisagem na área de estudo e que foram  
159 analisadas no presente trabalho. Nessa área grande parte do relevo varia entre suave ondulado  
160 a plana, a geologia é a Formação Serra Geral e a aptidão do solo é regular.

161 A VN baixa se concentra sobre a Formação Ponta Porã, com declividade variando  
162 entre plana a suave ondulado e com aptidão dos solos que abrange áreas restritas,  
163 intermediárias e boas. O que explica a existência da VN baixa do município.

164 Já a região com VN alta e muito alta ocorre influência direta dos maiores valores de  
165 Vulnerabilidade para a declividade. Estes locais são constituídos pela geologia Formação  
166 Serra Geral e aptidão dos solos restrita para as pastagens. Essas características em conjunto  
167 são responsáveis por mais de 15% do território do município possuir áreas naturalmente  
168 muito vulneráveis.

169 As áreas de Vulnerabilidade Natural média, alta e muito alta são locais de alta  
170 erodibilidade pela geologia existente na região, sendo que nessas áreas os solos são  
171 naturalmente mais rasos. Além disso, estas áreas apresentam aptidão dos solos restrita quanto  
172 ao manejo na agricultura. Já nos locais de VN baixa os solos são mais profundos e garantem  
173 maior estabilidade quanto ao seu uso.

174 Quanto à Vulnerabilidade Ambiental os altos valores encontrados para ela são  
175 principalmente devido à ocupação do solo intensa, por pastagens e agricultura. A conversão  
176 de áreas florestadas, resultado da ação humana, para cultivo de terras, construção de estradas e  
177 criação e expansão dos centros urbanos tem ocasionado acentuada modificação na paisagem  
178 natural, atingindo, muitas vezes, áreas de grande sensibilidade ambiental (CEMIN et al.,  
179 2009). O que corrobora com os baixos índices de VA encontrado em locais do município que  
180 ainda não foram ocupados pelo homem, por exemplo, as áreas de matas, cerrados e lagoas.

181 Além disso, a área que atualmente é utilizada em Ponta Porã para a agricultura é  
182 classificada na carta de Aptidão dos Solos com restrições para a mesma. Áreas com aptidão  
183 dos solos restrita são caracterizadas pelo impedimento quanto ao uso de implementos  
184 agrícolas, além de serem locais com alta susceptibilidade à erosão (MATO GROSSO DO

185 SUL, 1990). Esses são os fatores mais limitantes para o uso agrícola e a falta de cuidados  
186 quanto ao uso e recuperação dos solos resultam em altos índices de VA.

187

## 188 5. CONCLUSÃO

189 O método utilizado na elaboração das cartas de Vulnerabilidade apresentou resultados que  
190 podem ser utilizados para estudos de planejamento relativos à questão espacial, espacial e  
191 ambiental de Ponta Porã.

192 A utilização de um Sistema de Informação Geográfica nesse caso foi fundamental,  
193 principalmente porque se constitui em uma ferramenta que dispõe de recursos que permitem a  
194 junção de diferentes informações através da álgebra de mapas.

195 As áreas de pastagens e agricultura são responsáveis pelos altos valores de  
196 Vulnerabilidade Ambiental, no município principalmente em locais de maior declividade que  
197 também são as mais afetadas pela Vulnerabilidade Natural. Este resultado possibilita propor  
198 meios para mitigar as degradações ambientais e tomar ações concretas quanto o manejo dos  
199 solos para o município, sendo que uma alternativa para o seu uso deve ser condizente com a  
200 aptidão dos solos.

201

## 202 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

203 CÂMARA, G.; DAVES, C. Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica. In:  
204 CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; D'ALGE, J. C. L.; FELGUEIRAS, C.;  
205 FREITAS, C. C.; FONSECA, L. M. G.; FONSECA, F. (Eds). **Introdução à Ciência da**  
206 **Geoinformação**. São José dos Campos. 2001.

207

208 CEMIN, G.; PERICO, E. ; REMPEL, C. Composição e configuração da paisagem da sub-  
209 bacia do arroio jacaré, Vale do Taquari, RS, com ênfase nas áreas de florestas. **Revista**  
210 **Árvore**, vol.33, n.4, p.705-711, 2009.

211

212 FRANCO, F. S.; COUTO, L.; CARVALHO, A.F., JUCKSCH, I.; FILHO, E. I. F.; SILVA,  
213 E.; MEIRA NETO, J. A. A. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e  
214 convencionais na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.751-760,  
215 2002.

216

217 GEWIN, V. Mapping opportunities. **Nature**, v.427., p.376-377, 2004.

218

- 219 GRIGIO, A. M.; SOUTO, SILVA, M.V. ; FÉLIX, C.A.; EUSTÁQUIO, A.V.; VITAL, H.;  
220 DIODATO, M. A. Use of remote sensing and geographical information system in the  
221 determination of the natural and environmental vulnerability of the Municipal District of  
222 Guamaré - Rio Grande do Norte - Northeast of Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. SI  
223 39, p.1427-1431, 2004.  
224
- 225 Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE. **LANDSAT TM- Imagem de satélite.**  
226 Canais 1,2,3,4,5,7. Órbita/Ponto: 225/075. Disponível em <http://www.inpe.br>. 2006.  
227
- 228 LORENA, R. B.; SANTOS, J. R.; SHIMABUKURO, Y. E.; SANT'ANNA, H. M.;  
229 SANT'ANNA, H. S. S. & MENEZES, R. S. 2001. Dados Multitemporais de Sensoriamento  
230 Remoto para Análise da Dinâmica do Solo e da Cobertura da Terra na Região do Peixoto  
231 (AC). **Anais Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Foz do Iguaçu. INPE. Pp.  
232 1653-1656.  
233
- 234 MALDONADO, F. D.; SESTINI, M. F.; VALLES, G. F. & SANTOS, C. P. F. 2009.  
235 Detecção de mudanças com técnica de Rotação Radiométrica, RCEN, inovações para uma  
236 abordagem prática usando SPRING. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento**  
237 **Remoto**, Natal. INPE, p. 1433-1440.  
238
- 239 MATO GROSSO DO SUL, Atlas Multirreferencial de Mato Grosso do Sul, 1990.  
240
- 241 NASCIMENTO, A. M. F.; CARVALHO, G. M.; EVARISTO, M. L.; NETO, O. S. C.;  
242 GAVLIK, A. O. & CRUZ, T. P. Manual de Obtenção de terras e perícia judicial- Módulo II.  
243 Instituto Nacional de Colonização e reforma Agrária- INCRA. **Levantamento de dados e**  
244 **informações de imóveis rurais**. In: Oliveira, C. J.; Silva, M. A. (Eds.). Pp: 19-44. 2006.  
245
- 246 PARANHOS FILHO, A. C.; LASTORIA, G. & TORRES, T. G. 2008. **Sensoriamento**  
247 **Remoto Ambiental Aplicado: Introdução as Geotecnologias**. Campo Grande, MS. Editora  
248 UFMS. 198 p.  
249
- 250 PCI GEOMATICA. 2003. **Geomatica Versão 9.1** for Windows. Ontário, Canadá. 1 CD-  
251 ROM.  
252

253 RADAMBRASIL. 1982. Ministério das Minas e Energias. Secretaria Geral. **Projeto**  
 254 **RADAMBRASIL, Folha SF 21, Campo Grande: Geologia.** Levantamento de Recursos  
 255 Naturais, 28. Rio de Janeiro.

256  
 257 TAGLIANI, C. R. A. Técnica para Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental de Ambientes  
 258 Costeiros Utilizando um Sistema Geográfico de Informação. **Galeria de artigos acadêmicos.**  
 259 2003.

260  
 261 Tabela 1. Classes de geologia, aptidão agrícola, relevo, solos e declividade bem como valores  
 262 de Vulnerabilidade das classes para o Município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brasil.

<b>Classes</b>	<b>Vulnerabilidade</b>	
<b>Geologia</b>		
JKsg – Serra Geral	1,5	
Kb – Grupo Bauru	3,0	
<b>Aptidão</b>		
1ABC- Boa	3,0	
2(a)BC- Regular	2,0	
TM1- Intermediária	2,0	
4(p)- Restrita	1,0	
<b>Solo</b>		
1.1.2- Padrão Urbano	2,5	
2.3.2- Pecuária	3,0	
2.4.6- Área agrícola	2,5	
2.4.5- Assentamento	3,0	
3.1.1- Matas	1,0	
3.2.2- Cerrado	1,5	
5.1.2- Corpos d'água	2,0	
<b>Relevo</b>		
	<b>Declividade</b>	
	%	Graus
Plano	0 - 5	0 - 2,9
Suave Ondulado	5 - 10	2,9 - 5,7
Ondulado	10 - 15	5,7 - 8,5
Muito Ondulado	15 - 25	8,5 - 14
Forte Ondulado	25 - 47	14 - 25
Áreas de Uso Restrito	47 - 100	25 - 45
Áreas de Preservação Permanente	> 100	> 45

263

264 Tabela 2. Cruzamento com diferentes pesos compensatórios para a obtenção da  
 265 Vulnerabilidade Ambiental.

Teste	Fator			
	Vulnerabilidade Natural		Uso e Ocupação do Solo	
T1	0,2		0,8	
T2	0,3		0,7	
T3	0,4		0,6	
T4	0,5		0,5	
T5	0,6		0,4	
T6	0,7		0,3	
	Geologia	Aptidão dos Solos	Declividade	Uso e Ocupação do Solo
T7	0,1	0,2	0,1	0,6

266

267

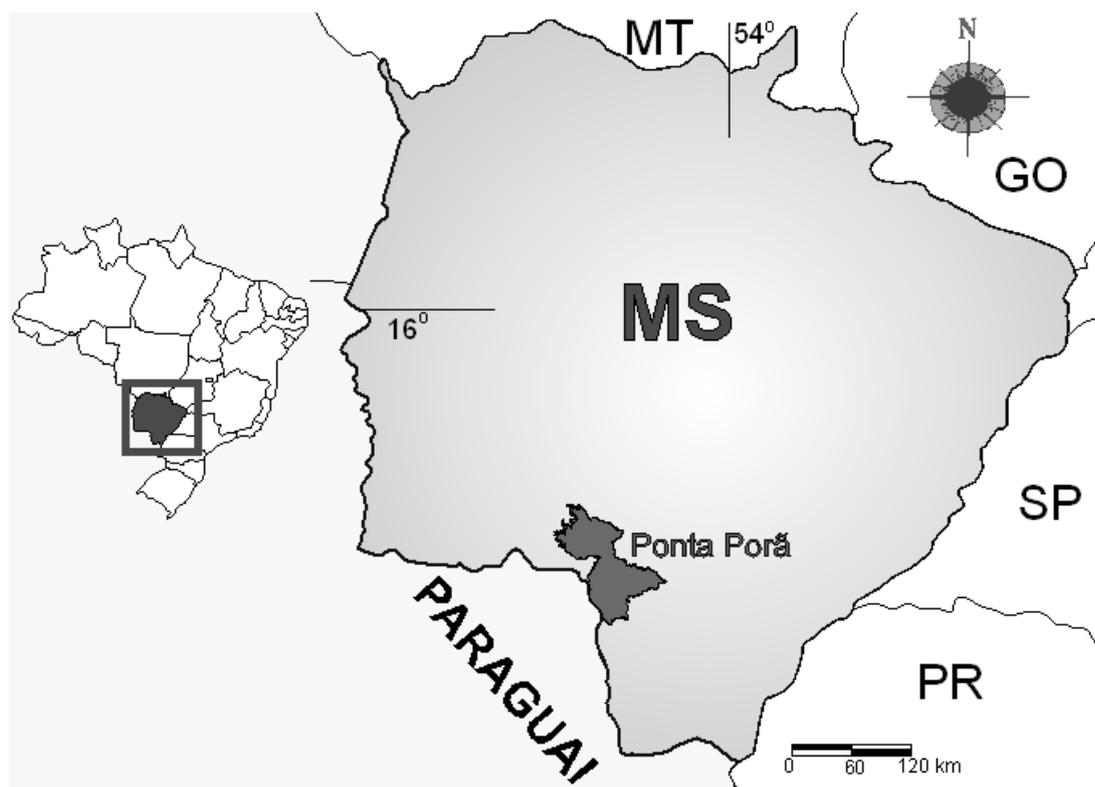
268 Tabela 3. Valores de Vulnerabilidade Ambiental em área (ha) e em porcentagem do  
 269 Município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul.

Vulnerabilidade Ambiental	Área	
	(ha)	%
Muito Baixa	3.871,1	0,7
Baixa	74.118,8	13,6
Média	60.189,3	11,1
Alta	256.647,4	47,7
Muito Alta	150.3321,04	27,5

270

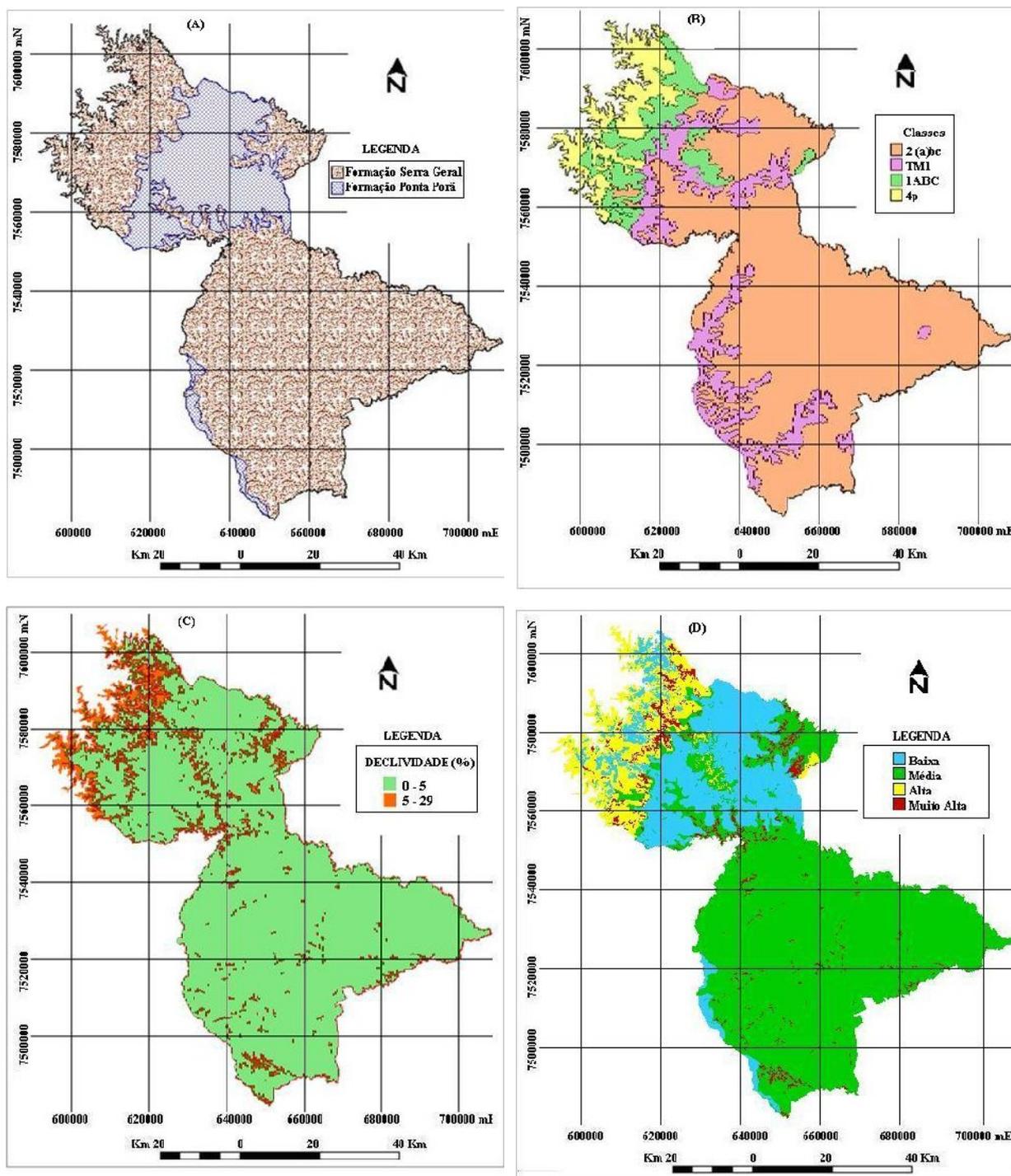
271

272



273 Figura 1. Localização do Município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brasil.

274

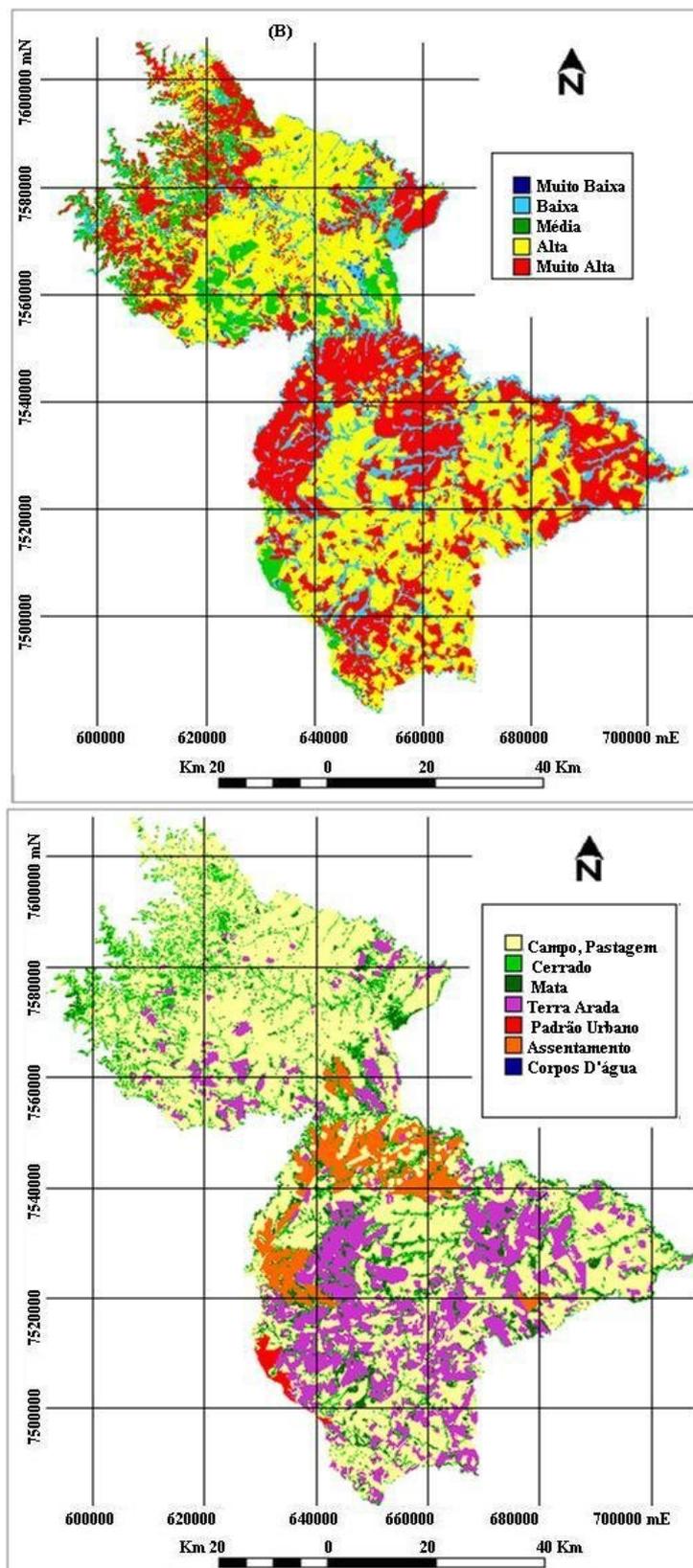


275 Figura 2. Mapas de Geologia (A), Aptidão dos Solos (B), Declividade (C) e Vulnerabilidade  
 276 Natural do Município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brasil.

277

278

279



280 Figura 3. Mapa de Uso e Ocupação do Solo e Vulnerabilidade Ambiental do Município  
 281 de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brasil.

## **ANÁLISE MULTITEMPORAL DA COBERTURA DO SOLO DO MUNICÍPIO DE PONTA PORÃ, MATO GROSSO DO SUL, DE 1966 A 2006**

Thalita Beatriz Antunes Klais<sup>1,2</sup>  
Antonio Conceição Paranhos Filho<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, CCET, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Cx.Postal 549, Campo Grande, MS, 79.070-900, Brasil.

<sup>2</sup>Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais. Departamento de Hidráulica e Transportes, CCET, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Cx.P. 549, Campo Grande, MS, 79.070-900, Brasil.

### **RESUMO**

Neste trabalho foi feita a avaliação da evolução do uso e ocupação do solo do Município de Ponta Porã - MS, tendo como base o uso das geotecnologias e dados de sensoriamento remoto, permitindo o monitoramento ambiental dos processos antrópicos. Ponta Porã é cidade limítrofe a oeste com a República Federativa do Paraguai, formando uma conurbação internacional com Pedro Juan Caballero, isso confere a região vantagens relacionadas à logística e a boas condições para o desenvolvimento econômico. Para a análise multitemporal da cobertura do solo foram utilizadas as cartas topográficas do DSG/IBGE da década de 1960 e imagens de satélite Landsat de 1989 e 2006. Na classificação da cobertura do solo utilizou-se a legenda do Projeto CORINE. A evolução do uso e ocupação do solo decorrente da ação antrópica permaneceu estável, pois de 1966 a 1989 as áreas ocupadas por formações naturais (matas e cerrados) foram de 23,3% para 15,9% da superfície do município e, de 1989 a 2006, foram de 15,9% para 18,8%. Considerando como referência os anos de 1966 e 2006, houve somente um decréscimo de 4,6% de áreas naturais.

**Palavras-chave:** análise multitemporal, uso e ocupação do solo, sensoriamento remoto.

## **LAND COVER MULTITEMPORAL ANALYSIS AT PONTA PORÃ MUNICIPALITY, MATO GROSSO DO SUL STATE, BRAZIL, OVER 1966 TO 2006**

### **ABSTRACT**

In this work has been made the evaluation of the evolution of the land use on Ponta Porã Municipality (Mato Grosso do Sul State, Brazil), by the utilization of geotechnologies and remote sensed data, which has allowed the environmental monitoring of the human processes. Ponta Porã has its west border line with the Republic Federative of Paraguay, forming a international conurbation with Pedro Juan Caballero, this situation gives advantages to the region regarding the logistic and the good conditions to the economic development. To make the land cover multitemporal analysis have been used topographic sheets of DSG/IBGE of 1960's and Landsat satellite images of 1989 and 2006. In the classification of the land cover has been used the legend of the CORINE Project. The evolution of the land use due the human activities has been stable, from 1966 to 1989 the areas of natural formations (forests and savahnas) were changed from 23,4% to 15,9% of the total surface and, from 1989 to 2006, changed from 15,9% to 18,8%. Considering as refrence the years of 1966 and 2006, have been a decreasing of 4,6% of natural areas.

**Keywords:** multitemporal analysis, land use, remote sensing.

### **1. INTRODUÇÃO**

A interferência do homem no meio ambiente e a utilização inadequada das terras vêm gerando, ao longo do tempo, a insustentabilidade dos recursos naturais. Os desmatamentos, exposição do solo às intempéries, intensa utilização de insumos e escoamento superficial gera impactos negativos decorrentes da erosão (Santos et al. 2007).

Segundo Franco et al. (2002), a conservação dos solos por meio de políticas obrigatórias quase sempre não atingem os seu objetivos. Por essa razão, é necessário estabelecer um sistema de conservação do solo, associado à observação do uso do solo na paisagem (Santos et al. 2007).

O uso de técnicas de sensoriamento remoto para a análise dos impactos decorrentes do mau uso dos solos é imprescindível para a conservação do ambiente. Segundo Grigio (2003)

as análises multitemporais permitem o estudo da evolução ambiental de uma região desde o início da intensificação dos processos antrópicos (Grigio, 2003).

A região atual de Ponta Porã era local de parada de carreteiros que faziam o transporte de erva-mate. Em 1892 chegou ali a Guarnição da Colônia Militar de Dourados para protegê-la. Tempos depois se formou o povoado denominado Ponta Porã. Em 1912 foi elevado a município e cidade. De 1943 a 1946 foi capital do território de Ponta Porã, que, formado também por outros municípios vizinhos, existiu durante aquele período.

Ponta Porã, na década de 1970 e 1980, passa a ser a fazenda com a maior produção individual de soja do Brasil, pertencendo ao grupo Itamarati, do Sr. Olacir de Moraes. Com o emprego de irrigação por meio de pivôs centrais, uso intensivo de capital, fertilizantes e defensivos, altos níveis de produtividade foram alcançados, tanto na soja como no milho, trigo algodão e culturas de menor expressão como feijão e ervilha (Bones, 2006).

A fazenda era considerada referência nacional e internacional para a agricultura em larga escala. Problemas econômicos a levaram ao estado falimentar, sendo então repassada ao banco Itaú. Este não interessado em continuar explorando o sistema produtivo praticado durante três décadas ofertou a área ao governo federal em dezembro de 2000, para que fosse implantado um projeto de assentamento para famílias acampadas no Estado de Mato Grosso do Sul.

Este estudo tem como objetivo identificar, mapear e interpretar a evolução do uso e ocupação do solo do Município de Ponta Porã, no período da década de 1960 a 2006, através do sensoriamento remoto.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Área de estudo**

O Município de Ponta Porã está localizado a sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul (591.732/708.400E, 7.607.260/7.481.883N). É limitado a oeste com a República Federativa do Paraguai e forma uma conurbação internacional com Pedro Juan Caballero, o que confere à região boas condições para o seu desenvolvimento (Figura 1).

A vegetação é caracterizada pelos campos limpos, formado por grandes áreas de gramíneas rasteiras, pastagens naturais, com latossolos vermelho escuro predominando o latossolo roxo.

## 2.2. Análise Multitemporal

Foram feitos os mapas do uso e ocupação do solo para os anos de 1966, 1989 e 2006. Foram digitalizadas na escala 1:100.000 as cartas topográficas Boqueirão (DSG, 1966), Vista Alegre (DSG, 1971), Maracaju (DSG, 1971), Campestre (DSG, 1966), Antonio João (DSG, 1966), Itahum (DSG, 1966), Dourados (DSG, 1966), Ponta Porã (DSG, 1971) e Bocajá (DSG, 1966) (Figura 2).

As cartas foram escanerizadas, recortadas e georreferenciadas no programa Erdas Imagine (ERDAS, 1997). Para a vetorização foi usado o software Macromedia FreeHand (MACROMEDIA, 2000) e para a quantificação e análise de dados foi utilizado uma extensão deste software, o Avenza MaPublisher (AVENZA, 2001).

Os dados de sensoriamento remoto foram obtidos a partir das orbitas ponto das imagens Landsat 5-TM (225-075, de 07/07/1989, 225-076, de 07/07/1989, 225-075, de 06/07/2006 e 225-076, de 06/07/2006), na projeção UTM, *datum* Córrego Alegre. As imagens foram georreferenciadas e classificadas segundo a legenda CORINE, utilizando o software Erdas Imagine (ERDAS, 1997).

O controle de campo compreendeu mais de 500 km para a avaliação do uso e ocupação do solo, resultando em 84 pontos de controle, em outubro de 2007 (Figura 2). O uso e ocupação do solo foram classificados conforme o Projeto CORINE (CORINE, 1993). Assim, na Tabela 1 são apresentadas as classes identificadas para o mapeamento de cobertura do solo são apresentadas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cobertura do solo na década de 1966 mostra que o município possuía 76,6% de áreas antrópicas, restando 24,2% de matas e cerrados. Dentre as áreas antrópicas, 75,8% eram utilizadas para campos e 0,8% para a agricultura. A área urbana ocupava 0,07% do município enquanto Rios e Lagos ocupavam 0,2%(Figura 3A). A Tabela 2 mostra as porcentagens da cobertura do solo de 1966 em hectares.

Já em 1989 a áreas destinadas às pastagens passou de 75,8% a 60,9% enquanto para as áreas de agricultura houve aumento de 0,8% para 22,72% em área. A área urbana teve acréscimo de 0,07% em 0,47%, enquanto Rios e Lagos diminuíram de 0,2% para 0,15%. Foi identificado o decréscimo nas áreas de matas e cerrado 24,2% para 15,8% (Figura 3B). A Tabela 3 mostra as porcentagens da cobertura do solo de 1989 em hectares.

De 1989 a 2006 houve decréscimo nas áreas de pastagens de 13,4%, sendo assim a área destinada a pastagens passou a 47,5%. Ocorreu aumento de 19,2% para os locais de agricultura, deste modo, as áreas agrícolas passaram a ocupar 28,1% de Ponta Porã. A área urbana cresceu 13,1% e atualmente corresponde 0,54% do município. Rios e Lagos tiveram diminuição de 54%, resultando em apenas 0,07% do território. Houve decréscimo das áreas de mata em 23,62%, sendo assim sua área atual é de 5,9%. As áreas de cerrado atualmente ocupam 12,85% do município e embora tenham tido aumento de 37,5% entre 1989 a 2006, as áreas naturais somam atualmente somente 18,7% (Figura 3C).

Em 1990 foi inserida mais uma classe para a análise da cobertura do solo devido aos assentamentos rurais em Ponta Porã. Sendo assim, a classe assentamento corresponde a 5,9% do uso do solo do município (Tabela 3).

Em 1966 as áreas naturais correspondiam a 23,3% do território. Em 1989 elas foram reduzidas a 15,9%. Já em 2006 houve aumento de 2,8% dessas áreas, assim elas passaram a ocupar 18,7% do território (Figura 4).

Já a análise permitiu visualizar o aumento das áreas antrópicas de 76,6% em 1960 para 84,1% em 1989. Já em 2006 houve elas corresponderam a 81,2%. Embora tenha ocorrido desaceleração do crescimento das áreas antropizadas entre 1989 e 2006, houve perda de área natural em 4,5% (Figura 4).

A análise da cobertura da cobertura do solo refletiu o início do processo ocupação do município. Assim, o fluxo migratório para Ponta Porã e o avanço da agricultura mecanizada associada à soja, trigo e milho, nas décadas de 1970 e 1980 ocasionou o avanço significativo nas áreas ocupadas por atividades agrícolas.

O fluxo migratório também explica a diminuição das grandes áreas utilizadas para pastagens, o aumento da área urbana, a redução dos corpos d'água, a inserção de mais uma classe para a análise da cobertura do solo do município e ainda a redução das áreas naturais.

Assim a análise temporal possibilitou deduções diretas e pontuais sobre as mudanças do uso e ocupação do solo de Ponta Porã e sobre o estado de preservação elementos que compõem a paisagem do município.

Os resultados obtidos no presente trabalho confirmam um dos usos de geotecnologias. Neste estudo foi possível mostrar a historia do uso e ocupação do Município, através de metodologias aplicáveis e úteis em modelos para estudos ambientais. Estes resultados podem ser utilizados para a tomada de decisões e aplicação de recursos para Ponta Porã.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVENZA SYSTEMS Inc. Mapublisher version 4.0. Avenza Systems. Inc. Canadá. 2001. 1CD-ROM.
- BONES, S.M. Avaliação do Plano de Desenvolvimento do Assentamento Itamarati (PDA): um estudo de caso. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (Departamento de Economia e Administração, 2006) 140p.
- CORINE. CORINE Land Cover. CORINE – Coordination of Information on the environment. 1992. Comm of European Communities, Bruxelas, 106pp
- CARRIJO, M. G. G. Vulnerabilidade Ambiental: o caso do Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari. 2005. Dissertação (mestrado. em Tecnologias Ambientais) PGTA/UFMS. Campo Grande, 2005.
- ERDAS Inc. Erdas Imagine version 8.3.1. Erdas Inc. Atlanta – Geórgia. 1997. 1 CD ROM.
- FRANCO, F. S.; COUTO, L.; CARVALHO, A.F., JUCKSCH, I.; FILHO, E. I. F.; SILVA, E.; MEIRA NETO, J. A. A. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.751-760, 2002.
- GRIGIO, A. M. Aplicação do sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do Município de Guaramé (RN): simulação de risco às atividades da indústria petrolífera. 230p.2003. Dissertação (mestrado em Geodinâmica e Geofísica). UFRN. 2003.
- GRIGIO, A. M. Evolução da Paisagem do Baixo Custo do Rio Piranhas-Assu (1988-2024): Uso de Autômatos Celulares em Modelo Dinâmico Espacial para Simulação de Cenários Futuros. 205p.2008. Tese (doutorado em Geodinâmica e Geofísica). UFRN. 2008.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Uso da Terra. Rio de Janeiro. 2ª edição. Rio de Janeiro, 2006.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. LANDSAT TM. Imagem de satélite. Canais 1,2,3,4,5 e 7. Órbita/Ponto: 225/075. Julho de 2006. Disponível em <<http://www.inpe.br>> Acesso em dezembro de 2006.

- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. LANDSAT TM. Imagem de satélite. Canais 1,2,3,4,5 e 7. Órbita/Ponto: 225/076. Julho de 2006. Disponível em <<http://www.inpe.br>> Acesso em dezembro de 2006.
- LORENA, R.B., SANTOS, J. R., SHIMABUKURO, Y. E., SANT’ANNA, H. M., SANT’ANNA, H. S. S. & MENEZES, R.S. Dados Multitemporais de Sensoriamento Remoto para Análise da Dinâmica do Solo e da Cobertura da Terra na Região do Peixoto (AC). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - INPE. Foz do Iguaçu, 2001.. Anais. Foz do Iguaçu. pp. 1653-1656. 2001.
- MACROMEDIA Inc. FreeHand version 9. Macromedia Inc. San Francisco – California. January 2000. 1 CD ROM
- PCI Geomatics. Geomatica Versão 9.1 for Windows. Ontário, Canadá. 16 de dezembro de 2003. 1 CD-ROM. 2003.
- PARANHOS FILHO, A. C.; LASTORIA, G.; TORRES, T. G.; Sensoriamento Remoto Ambiental Aplicado: Introdução as Geotecnologias.. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2008.
- RADAMBRASIL. Ministério das Minas e Energias. Secretaria Geral. Folha SF 21 Campo Grande: geologia. Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro, 1982.
- SANTOS, Genice Vieira; DIAS, Herly Carlos Teixeira; SILVA, Ana Paula de Souza and MACEDO, Maria de Nazaré Costa de. Análise hidrológica e socioambiental da bacia hidrográfica do córrego Romão dos Reis, Viçosa-MG. Rev. Árvore [online]. 2007, vol.31, n.5 [cited 2010-02-09], pp. 931-940

Tabela 1. Classes de cobertura de solo do identificadas no mapeamento do Município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul.

I	Nível	
	II	III
<b>1. Superfícies Artificiais</b>	1.1. Padrão Urbano Indistinto	1.1.2 Padrão Urbano Descontínuo
<b>2. Áreas Agropecuárias</b>	2.1. Terra Agricultável	2.1.1 Terra Arada não Irrigada. 2.1.2 Terra Constantemente Irrigada.
	2.3. Pasto	2.3.1. Pastagens
	2.4. Áreas Heterogêneas	2.4.5. Assentamento
	<b>3. Áreas com Vegetação Natural e Seminatural</b>	3.1. Formações Florestais
3.2. Formações Savânicas ou Campestres		3.2.2. Cerrado
<b>5. Corpos Aquosos</b>	5.1. Águas Continentais	5.1.1. Cursos d' água
		5.1.2. Corpos d' água

Tabela 2. Área das diferentes classes de cobertura nas cartas topográficas (DSG/IBGE) do Município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul.

Cartas Topográficas	Área (ha)
Area Urbana	398,84
Mata, Floresta	75.107,19
Cerrado	53.814,75
Campo	403.949,61
Agricultura	4.195,80
Lagos e Rios	1.185,67
<b>Total</b>	<b>532.871,56</b>

Tabela 3. Valores das diferentes classes CORINE do Município de Ponta Porã para 1989 e 2006 de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul.

Classes	Área (ha)	
	1989	2006
1.1.2- Area Urbana	2.484,00	2.857,86
2.1.1- Agricultura	121.180,59	149.915,97
2.3.1- Pastagens	324.485,01	248.641,56
2.4.5- Assentamento	-	31.318,66
3.1.1- Matas	41.192,37	31.460,76
3.2.2- Cerrado	43.003,89	68.540,13
5.1.1/ 5.1.2- Rios e Lagos	816,03	368,82
<b>Total</b>	<b>533.161,89</b>	<b>533.143,76</b>

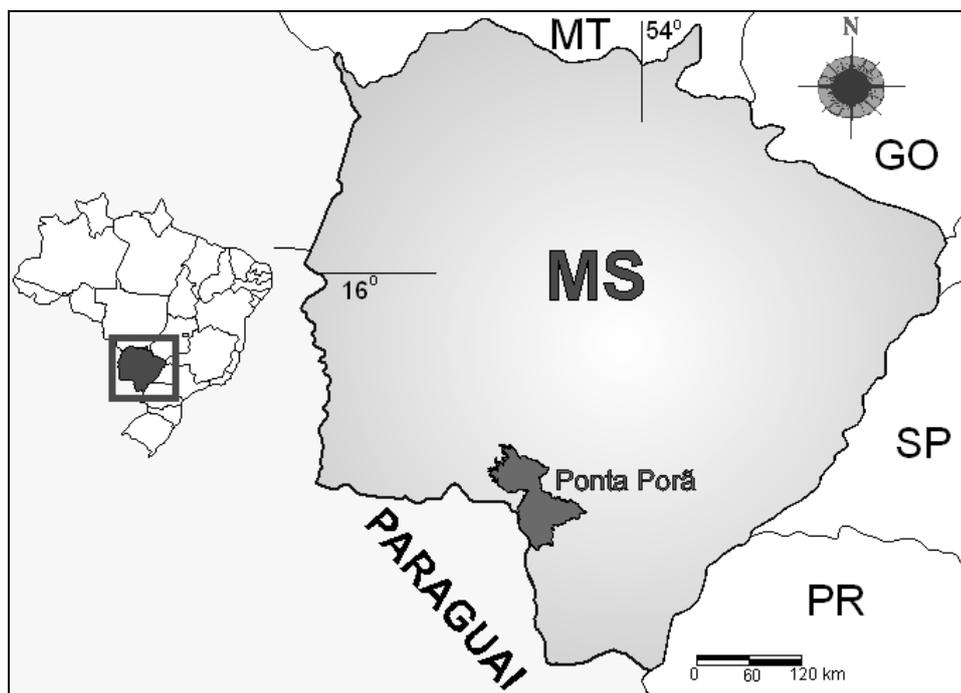


Figura 1. Localização do Município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brasil.

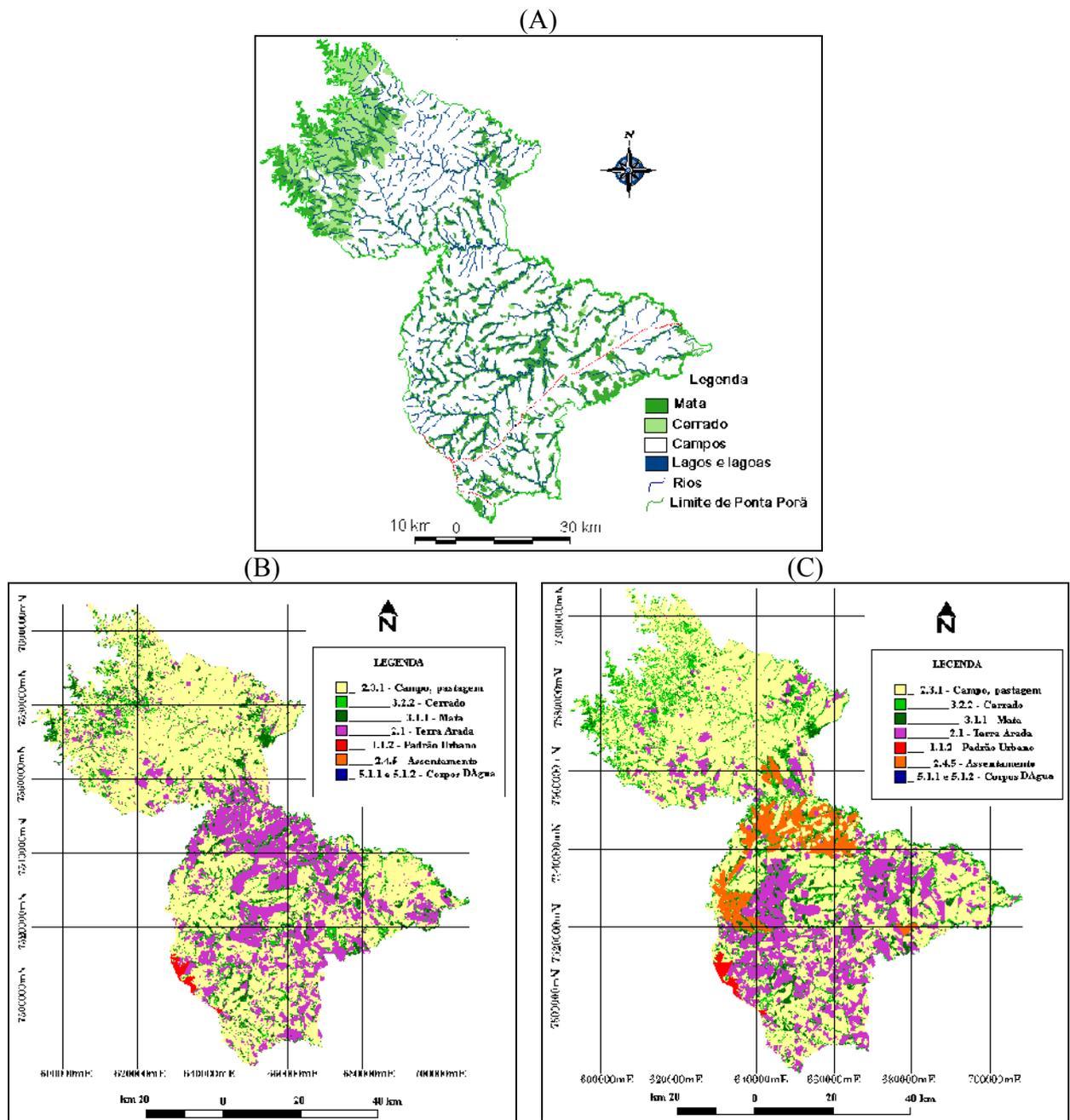


Figura 2. Carta de cobertura do solo de 1960 (A), 1989 (B) e 2006 (C) do Município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul.

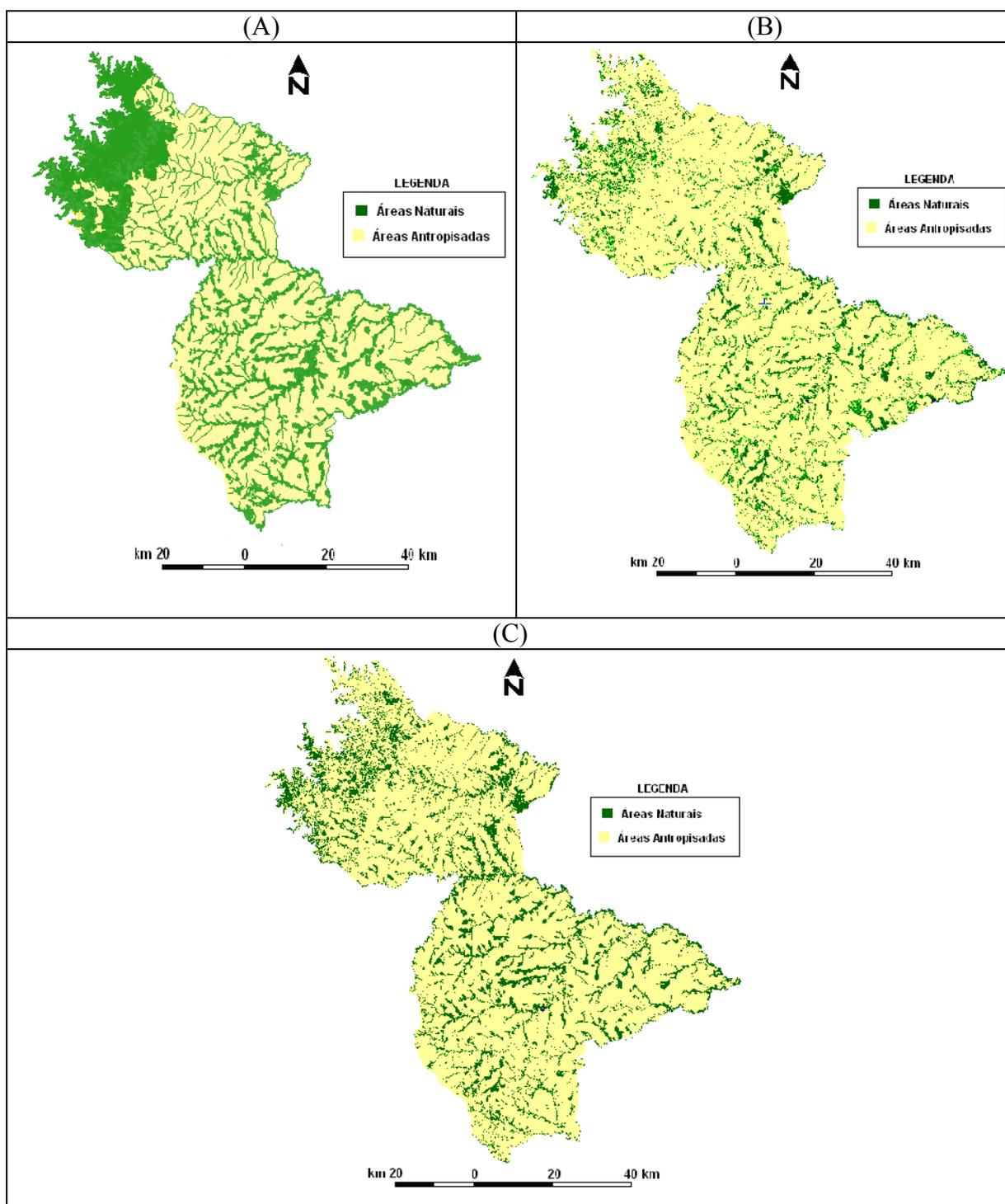


Figura 3. Classificação em áreas naturais e antropizadas para 1960 (A), 1989 (B) e 2006 (C), do Município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul.

## 2. CONCLUSÃO

O método utilizado na elaboração das cartas de vulnerabilidade apresenta resultados condizentes com a realidade, podendo ser utilizado para estudos de planejamento do município e demais trabalhos relativos à questão espacial e ambiental.

A utilização de Sistema de Informação Geográfica (SIG) foi bastante útil, principalmente porque constitui uma ferramenta que dispõe de recursos que permitem a realização de álgebra de mapas. As inclusões de variáveis para um maior refinamento das informações forneceram detalhamento mais preciso, permitindo a quantificação das áreas estudadas.

Através da análise multitemporal observou-se que na década de 1960 havia 23,3% de vegetação nativa e, em 2006, essa área corresponde a 18,8%, representando um resultado negativo quanto à ocupação e uso do solo, porém estável, em se considerando a área do município: 534.000ha.

Este estudo também nos mostrou dados reais do que já se conhecia na história de ocupação do município, desde o tempo de conflito pela fronteira com o Paraguai, passando a áreas de pastagens e campos para a agricultura, durante a chegada dos imigrantes do Rio Grande do Sul. Até hoje, com a realidade dos assentamentos rurais, um novo tipo de ocupação, com pequenas propriedades e grande heterogeneidade.

A análise da Vulnerabilidade Natural permitiu verificar ainda que o município encontra-se em sua maior parte com graus vulnerabilidade de intermediário a estável, verificando altos valores em alguns pontos concentrados nas áreas onde a declividade encontra-se entre 5 – 29%. Na tocante a Vulnerabilidade Ambiental foi constatada uma vulnerabilidade de média a alta, nos locais onde o uso e ocupação do solo é pastagem ou agricultura.

Este resultado nos possibilita propor meios para mitigar as degradações ambientais, tomando ações concretas quanto ao melhor manejo dos solos para o município, buscando alternativas mais viáveis, pois estas ocupações não condizem com a aptidão do solo, sendo necessário cuidado nas práticas de manejo e conservação dos solos.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVENZA SYSTEMS Inc. MaPublisher version 4.0. Avenza Systems. Inc. Canadá. 2001. 1CD-ROM.

BARBOSA, C. C.; CAMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de.; CREPANI, E.; NOVO, E.; CORDEIRO, J. P. C. **Operadores Zonais em Álgebra de Mapas e Sua Aplicação a Zoneamento Ecológico-Econômico**, SP. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), Santos. Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, Brasil, 11-18 setembro 1998, INPE, p. 487-500.

BARROS, R. S. de; CRUZ, C. B. M.; REIS, R. B.; COSTA JR, N. de A. **Avaliação do Modelo Digital de Elevação do SRTM na Ortorectificação de Imagens Landsat 7 – área de aplicação: Angra dos Reis**, RJ. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR) 12, Goiânia. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE. Artigos, p 3997-4004.

CÂMARA, G.; MONTEIRO M.V.; BARBOSA, C.; ALMEIDA Fº, R.; BÖNISCH,S.; **Técnicas de Inferência Geográfica**. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C; MONTEIRO, A.M.V.; D'ALGE, J.C.L.; FELGUEIRAS, C.; FREITAS, C.C.; FONSECA, L.M.G.; FONSECA, F. Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, INPE, 4 Junho de 2001. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>. Último acesso em 06 de maio de 2004.

CORINE. **CORINE Land Cover**. CORINE – Coordination of Information on the environment. 1992. Comm of European Communities, Bruxelas, 106pp

CARRIJO, M. G. G. **Vulnerabilidade Ambiental: o caso do Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais. UFMS. 2005.

CORREIA, M. R. D.et al. **Uso do geoprocessamento na análise ambiental da microbacia do córrego Gameleira na cidade de Goiânia-GO**. Trabalho apresentado no XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, 2007, Anais Disponível em <[marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.13.35/doc/2463-2470.pdf](http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.13.35/doc/2463-2470.pdf) > Acesso em 20 de dezembro de 2008.

CREPANI, E. M. MEDEIROS, J. S. de. HERNANDEZ FILHO, P. FLORENZANO, T. G. DUARTE, V. BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial.** São José dos Campos - INPE, 2001 (INPE-8454-RPQ/72). 124 p.

DSG - Diretoria do Serviço Geográfico Brasileiro. Carta Boqueirão. Folha SF. 21-X-C-V. Escala 1:100.000. Ministério do Exército - Região Centro-Oeste do Brasil - Diretoria do Serviço Geográfico Brasileiro. Carta. 1966.

DSG - Diretoria do Serviço Geográfico Brasileiro. Carta Vista Alegre. Folha SF. 21-X-C-VI. Escala 1:100.000. Ministério do Exército - Região Centro-Oeste do Brasil - Diretoria do Serviço Geográfico Brasileiro. Carta. 1971.

DSG - Diretoria do Serviço Geográfico Brasileiro. Carta Maracaju. Folha SF. 21-X-D-IV. Escala 1:100.000. Ministério do Exército - Região Centro-Oeste do Brasil - Diretoria do Serviço Geográfico Brasileiro. Carta. 1971.

DSG - Diretoria do Serviço Geográfico Brasileiro. Carta Campestre. Folha SF. 21-Z-A-II. Escala 1:100.000. Ministério do Exército - Região Centro-Oeste do Brasil - Diretoria do Serviço Geográfico Brasileiro. Carta. 1966.

DSG - Diretoria do Serviço Geográfico Brasileiro. Carta Antonio João. Folha SF. 21-Z-A-III. Escala 1:100.000. Ministério do Exército - Região Centro-Oeste do Brasil - Diretoria do Serviço Geográfico Brasileiro. Carta. 1966.

DSG - Diretoria do Serviço Geográfico Brasileiro. Carta Dourados. Folha SF. 21-Z-B-II. Escala 1:100.000. Ministério do Exército - Região Centro-Oeste do Brasil - Diretoria do Serviço Geográfico Brasileiro. Carta. 1966.

DSG - Diretoria do Serviço Geográfico Brasileiro. Carta Ponta Porã. Folha SF. 21-Z-A-VI. Escala 1:100.000. Ministério do Exército - Região Centro-Oeste do Brasil - Diretoria do Serviço Geográfico Brasileiro. Carta. 1971.

DSG - Diretoria do Serviço Geográfico Brasileiro. Carta Bocajá. Folha SF. 21-Z-B-VI. Escala 1:100.000. Ministério do Exército - Região Centro-Oeste do Brasil - Diretoria do Serviço Geográfico Brasileiro. Carta. 1966.

ERDAS Inc. Erdas Imagine version 8.3.1. Erdas Inc. Atlanta – Georgia. 1997. 1 CD ROM.

FIORIO, P. R.; DEMATTE, J. A. M.; SPAROVEK, G. **Cronologia e impacto ambiental do uso da terra na Microbacia Hidrográfica do Ceveiro, em Piracicaba, SP.** *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 35, n. 4, 2000. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2000000400001&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2000000400001&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 22 de Junho de 2007. Pré-publicação.

GRIGIO, A. M. **Aplicação do sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do Município de Guaramé (RN): simulação de risco às atividades da indústria petrolífera:** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica. UFRN. 2003. 230p.

GRIGIO, A. M. **Evolução da Paisagem do Baixo Custo do Rio Piranhas-Assu (1988-2024): Uso de Autômatos Celulares em Modelo Dinâmico Espacial para Simulação de Cenários Futuros.** Tese de doutoramento. Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica. UFRN. 2008. 205p.

GUERRA, Gisele Lopes, et al. **Identificação de Padrões de Uso e Cobertura do Solo através da Aplicação de Geotecnologias: O caso do Parque Estadual da Varseas do Rio Ivinhema, MS.** Disponível em [http://www.igeo.uerj.br/VICBG-2004/Eixo2/E2\\_085.htm](http://www.igeo.uerj.br/VICBG-2004/Eixo2/E2_085.htm) . Acesso em 26 de outubro de 2005.

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e reforma Agrária. **Manual de Obtenção de terras e perícia judicial – Módulo II. Levantamento de dados e informações de imóveis rurais.** <http://www.incra.gov.br/arquivos/003600236.pdf>. Acesso em 17 de setembro de 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Uso da Terra. Rio de Janeiro. 2ª edição. Rio de Janeiro, 2006.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. LANDSAT TM. Imagem de satélite. Canais 1,2,3,4,5 e 7. Órbita/Ponto: 225/075. Julho de 1989. Disponível em <http://www.inpe.br>. Acesso em dezembro de 2006.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. LANDSAT TM. Imagem de satélite. Canais 1,2,3,4,5 e 7. Órbita/Ponto: 225/076. Julho de 1989. Disponível em <http://www.inpe.br>. Acesso em dezembro de 2006.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. LANDSAT TM. Imagem de satélite. Canais 1,2,3,4,5 e 7. Órbita/Ponto: 225/075. Julho de 2006. Disponível em <http://www.inpe.br>. Acesso em dezembro de 2006.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. LANDSAT TM. Imagem de satélite. Canais 1,2,3,4,5 e 7. Órbita/Ponto: 225/076. Julho de 2006. Disponível em <http://www.inpe.br>. Acesso em dezembro de 2006.

LEVIGHIN, S.C.; CAMARGO, J.C.G.; **A Importância da Aplicação de Perfis Geo-Ambientais para a Interpretação do Meio Ambiente;** 2003; Simpósio; X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada; Português; UERJ; Rio de Janeiro; BRASIL; Outro; apresentação em painel. Disponível em: <<http://geografia.igeo.uerj.br/xsbgfa/cdrom/ixo3/3.3/074/074.htm>>. Acesso em: 21 maio de 2007.

LORENA, R.B., SANTOS, J. R., SHIMABUKURO, Y. E., SANT'ANNA, H. M., SANT'ANNA, H. S. S. & MENEZES, R.S. **Dados Multitemporais de Sensoriamento Remoto para Análise da Dinâmica do Solo e da Cobertura da Terra na Região do Peixoto (AC).** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais. Foz do Iguaçu. INPE. pp. 1653-1656. 2001.

MACROMEDIA Inc. FreeHand version 9. Macromedia Inc. San Francisco – California. January 2000. 1 CD ROM

MATO GROSSO, Decreto Estadual nº 583, de 24 de Dezembro de 1984. Publicado no Diário Oficial de Mato Grosso no dia 19 de dezembro de 1948

MEIRELLES, M. S. P. 1997. **Análise Integrada do ambiente através de geoprocessamento – Uma análise metodológica para elaboração de zoneamentos**. Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 192p.

OLIVEIRA, L. G. L. de. Elaboração e aplicação de modelo digital de elevação: o caso de estudo do Parque Municipal de Costa Rica, MS. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 43p. 2005.

PAULA, E. M. S. de, et al. **Lógica Fuzzy como técnica de apoio ao Zoneamento**. Trabalho apresentado no XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, 2007, Anais. Disponível em < [mar.tecnico.uff.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.06.11.57/doc/2979-2984.pdf](http://mar.tecnico.uff.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.06.11.57/doc/2979-2984.pdf) > Acesso em 20 de dezembro de 2008.

PCI Geomatics. Geomatica Versão 9.1 for Windows. Ontário, Canadá. 16 de dezembro de 2003. 1 CD-ROM. 2003.

PARANHOS FILHO, A. C. **Análise Geo-Ambiental Multitemporal: O estudo de Caso da Região de Coxim e Bacia do Taquarizinho**. Tese de doutoramento. Curso de Pós-Graduação em Geologia – UFPR. 2000. 213p

PARANHOS FILHO, A. C.; LASTORIA, G.; TORRES, T. G.; **Sensoriamento Remoto Ambiental Aplicado: Introdução as Geotecnias**. 198p. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2008.

SANTOS, R. F. dos, et al. **A construção e a mudança temporal da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Rio Taquari (MS/MT)**. Trabalho apresentado no VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza, 2003. ANAIS - Complexo do Pantanal-Cap1.p65. Disponível em <[http://www.viceb.com.br/downloads/volume\\_ii/complexo\\_do\\_pantanal\\_cap1.pdf](http://www.viceb.com.br/downloads/volume_ii/complexo_do_pantanal_cap1.pdf)> Acesso em 25 de outubro de 2005.

RADAMBRASIL. Ministério das Minas e Energias. Secretaria Geral. Folha SF 21 Campo Grande: geologia. Levantamento de Recursos Naturais, 28. Rio de Janeiro, 1982.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras**. 3ª edição revisada, Rio de Janeiro : EMBRAPA – CNPS, 1994.

TAGLIANI, C.R.A. **Técnica para Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental de Ambientes Costeiros Utilizando um Sistema Geográfico de Informação**. Galeria de artigos acadêmicos. Disponível em [www.fatorgis.com.br](http://www.fatorgis.com.br). Último acesso em 08/01/2003. 2002.

TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro, RJ. 1977. 91p.