

## **Caracterização da fragilidade potencial da Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal das Nascentes do Rio Apa: uma adaptação metodológica**

Elias Rodrigues da Cunha <sup>1</sup>  
Leandro Félix da Silva <sup>1</sup>  
Vitor Matheus Bacani <sup>1</sup>  
Tito Carlos Machado de Oliveira <sup>1</sup>  
Edwaldo Bazana Barbosa <sup>2</sup>  
Arnaldo Yoso Sakamoto <sup>2</sup>  
ZefaValdevina Pereira <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul- UFMS/ CPAq- Unidade II  
Rua: Oscar Trindade de Barros, s/n- Caixa Postal 79200-000  
Aquidauana- MS, Brasil  
{elias, felixhc.le}@hotmail.com  
vitor.bacani@ufms.br  
tito.ufms@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul- UFMS/ CPTL  
Rua: Capitão Olinto Mancini, nº 1662 Caixa Postal 210 Caixa Postal 79603- 011  
Três Lagoas- MS, Brasil  
bazana\_barbosa@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD  
Rodovia Dourados - Itahum, km 12- Cep79804-970  
Dourados, MS – Brasil  
zefapereira@ufgd.edu.br

**Abstract.** The present study aimed to characterize the potential fragility of the Environmental Protection Area Municipal Headwaters of the Rio Apa located in the State of Mato Grosso do Sul in the northwestern city of Ponta Porã between latitudes 21 ° 52 '30 "S and 22 ° 07 '30 "S and longitude 56 ° 07' 30" W and 55 ° 50'37 "W, was created according to the municipal decree 4743/2004, whose area is approximately. 17.196 ha. The scientific technical procedures employed consisted in adapting two methodological approaches: Empirical Analysis of Fragility of Natural Environments developed by Ross (1994) and the methodology proposed by Crepani et al., (2001) called GIS and Remote Sensing applied to Economic and Ecological Zoning planning, which was inserted areas of biological importance (Probio, MMA, 2007). From the combination data of slope, soils, precipitation (rainfall intensity) and biological importance was possible to characterize APA Municipal Headwaters of the Rio Apa in 4 degrees of frailty: Low, Medium, High and Very High. The adaptation met with efficiency methodological research objectives, areas of biological importance satisfactorily presented as an important factor in the characterization of potential fragility and/or environmental, since such data, not used before, now represent a new base indicator for environmental studies.

**Palavras-chave** priority areas, geoprocessing, áreas prioritárias, geoprocessamento, Ponta Porã.

## 1. Introdução

O conhecimento das potencialidades dos recursos naturais passa pelos levantamentos dos solos, relevo, rochas e minerais, das águas, do clima, da flora e fauna, enfim de todas as componentes do estrato geográfico que dão suporte a vida animal e do homem. Para a análise da fragilidade, entretanto exige-se que esses conhecimentos setorializados sejam avaliados de forma integrada, calcada sempre no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre as suas componentes físicas e bióticas (ROSS, 1994).

Para Santos (2005), a Fragilidade Potencial se caracteriza pela fragilidade natural a que uma determinada área está submetida, ou seja, a partir do tipo de solo, declividade do relevo, índice de pluviosidade, entre outros, que este local poderá ou não apresentar um equilíbrio natural [...]. Sendo assim, ao se analisar determinadas áreas sobre o prisma da fragilidade potencial, se consideram apenas aspectos naturais.

Dentro da perspectiva de planejamento ambiental econômico e ambiental do território, quer seja municipal, estadual, federal, bacia hidrográfica, ou qualquer outra unidade, é absolutamente necessário, que as intervenções humanas sejam planejadas com objetivos claros de ordenamento territorial, tomando-se como premissas as potencialidades dos recursos naturais e humanos e as fragilidades dos ambientes (ROSS, 1994).

Para Spörl e Ross (2004) a identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios à gestão do território.

Ficam reconhecidas como áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira as áreas referenciadas no § 2º desta Portaria, doravante denominadas Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira ou Áreas Prioritárias para a Biodiversidade, para efeito da formulação e implementação de políticas públicas, programas, projetos e atividades sob a responsabilidade do Governo Federal voltados à:

- I - conservação *in situ* da biodiversidade;
- II - utilização sustentável de componentes da biodiversidade;
- III - repartição de benefícios derivados do acesso a recursos genéticos e ao conhecimento tradicional associado;
- IV - pesquisa e inventários sobre a biodiversidade;
- V - recuperação de áreas degradadas e de espécies sobre exploradas ou ameaças de extinção; e
- VI - valorização econômica da biodiversidade.

De acordo com a lei nº 9.985, Área de Proteção Ambiental (APA) é uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

O objetivo deste trabalho é analisar a fragilidade potencial da APA nas Nascentes do Rio APA a partir de uma adaptação metodológica a qual acrescentou-se um novo indicador de fragilidade a “Importância biológica”.

## 2. Metodologia de Trabalho

A Área de Proteção Ambiental Municipal das Nascentes do Rio Apa localiza-se no Estado de Mato Grosso do Sul na região noroeste do município de Ponta Porã entre as latitudes 21° 52' 30" S e 22° 07' 30" S e longitudes 56° 07' 30" W e 55° 50' 37" W, foi criada segundo o decreto municipal 4743/2004, cuja área é de aproximadamente 17,196 hectares (Figura 1).

A vegetação original predominante é Savana (Cerrado) e destacam-se a presença de agropecuária e pastagem (BRASIL, 1982). Os tipos de solos predominantes são: Latossolos Vermelho com textura muito argilosa e média na porção centro-leste e Neossolos Litólico na porção centro oeste.

Do ponto de vista geomorfológico a APA das Nascentes do Rio Apa está inserida em duas macro-unidades morfoestruturais: Bacia Sedimentar do Paraná e Bacia Hidrográfica do rio Paraguai, caracterizada pela unidade morfoescultural Planalto Maracaju- Campo Grande, está morfologicamente apresenta uma extensa superfície suavemente dissecada, onde predominam formas tabulares tendendo a dissecação muito fraca (BRASIL, 1982).

A Geologia é composta pela Formação Serra Geral (Grupo São Bento) sem apresentar marcantes variações litológicas, caracterizados quando frescos, os basaltos mostram-se geralmente com aspecto maciço, afaniticos ou finamente faneríticos, cores predominantes cinza-escuro a preto e esporadicamente com amígdalas preenchidas por quartzo ou calcitas, os basaltos estão frequentemente semi-alterados, apresentando coloração amarelo-esverdeada e esfoliação esferoidal, formado matacões comumente arredondados (BRASIL, 1982).

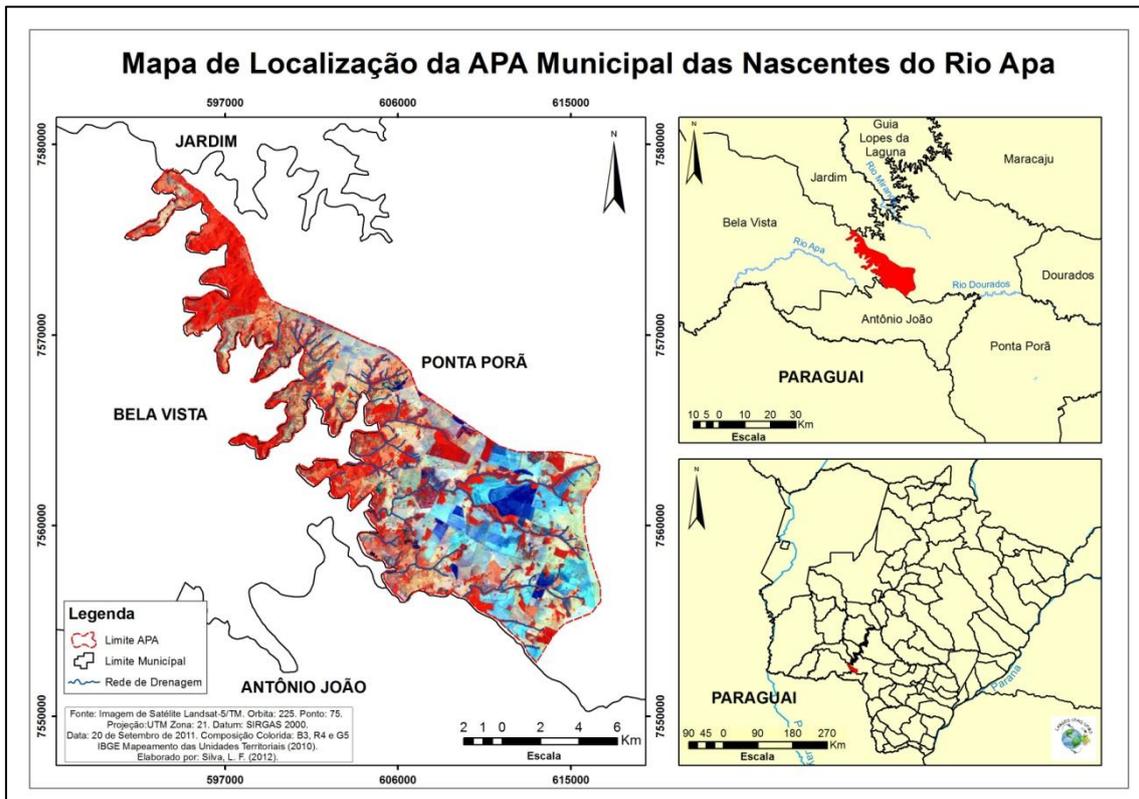


Figura 1. Mapa de localização da APA Municipal das Nascentes do rio Apa.

Os procedimentos técnicos científicos empregados consistiram na adaptação de duas propostas metodológicas: Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais

elaborada por Ross (1994) e na metodologia proposta por Crepani et al.,(2001) denominada Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicado ao Zoneamento Ecológico Econômico e ao Ordenamento Territorial, onde acrescentou-se as áreas de Importância biológica, reconhecidas pelo Decreto no. 5092, de 21 de maio de 2004 e instituídas pela Portaria nº 126 de 27 de maio de 2004 do Ministério do Meio Ambiente (MMA) como "Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira".

Os dados de análise empregados foram: **(a)** Declividade, **(b)** Solos, **(c)** Intensidade pluviométrica e **(d)** Importância biológica, e a partir da análise combinada resultou no mapa de fragilidade potencial.

**(a)** Declividade: é o ângulo de inclinação da superfície local em relação ao plano horizontal. A modelagem numérica de terreno foi realizada com base em um Modelo de Grade Regular Retangular (MGRR), segundo procedimentos descritos em (CÂMARA et al., 2007). Do modelo se extraiu um Modelo Tridimensional do Relevo, que deu origem os dados de declividade elaborados segundo intervalos de fragilidade estabelecidos por Ross (1994), que correlacionam classes de declividades e seus respectivos níveis de fragilidade (Tabela 1).

Tabela 1. Classes de declividade e graus de fragilidade.

<b>Classes de declividade</b>	<b>Graus de Fragilidade</b>	<b>Peso</b>
0% a 6%	Muito Baixa	1
6% a 12%	Baixa	2
12% a 20%	Média	3
20% a 30%	Alta	4
Acima de 30%	Muito Alta	5

Fonte: adaptado de Ross (1994).

**(b)** Solos: a identificação das unidades pedológicas teve como base o levantamento de solos elaborado pelo Macrozoneamento (RADAMBRASIL, 1984/1985) produzido na escala de 1:250.000, extraído do banco de dados Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental (SISLA), (disponível em <http://sisla.imasul.ms.gov.br/sisla>). A padronização da nomenclatura foi realizada segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). A Tabela 2 apresenta os solos predominantes e seus respectivos graus de fragilidade.

Tabela 2. Tipos de solos e graus de fragilidade.

<b>Tipos de Solos</b>	<b>Graus de fragilidade</b>	<b>Peso</b>
Latossolo Vermelho tex. muito argilosa-LRa2	Muito Baixa	1
Latossolo Vermelho tex. argilosa e muito argilosa-LRe3	Muito Baixa	1
Latossolo Vermelho tex. média-Lea20	Média	3
Neossolo Litólico tex. argilosa média cascalhenta-Re1	Muito Alta	5
Neossolo Litólico tex. arenosa média cascalhenta-Re8	Muito Alta	5

Fonte: adaptado de Ross (1994).

**(c)** Intensidade pluviométrica: a variabilidade espacial pluviométrica foi elaborada a partir de médias anuais pluviométricas disponíveis entre os anos de 1970 a 2007. Utilizou-se dados pluviométricos de 4 estações meteorológicas da Agência Nacional das Águas (ANA), (disponível em <http://www.cpao.embrapa.br/clima/>) as estações meteorológicas estão localizadas nos municípios de Bela Vista, Maracaju, Guia Lopes da Laguna e Antônio João.

Para espacialização da pluviosidade empregou-se o método de interpolação, denominado Inverso do Quadrado da Distância (IQD) ou *The Inverse Distance Weighted* (IDW), que é um interpolador determinístico univariado de médias ponderadas. A interpolação pelo IQD supõe explicitamente que as feições mais próximas são mais semelhantes do que as mais separadas.

As intensidades pluviométricas encontradas para a área de APA das nascentes do rio Apa a partir dos dados interpolados das estações meteorológicas e a aplicação da Equação 1 foram: 174.5mm, 168.8mm e 161.9mm.

(1)

$$PMA/DPC = IP$$

A partir dos valores obtidos de intensidades pluviométricas e suas relações com a vulnerabilidade à perda de solo foi elaborada uma adaptação metodológica com base numa regra de três simples (Relação 1) entre os valores máximo de vulnerabilidade à perda de solo (Crepani et al., 2001) e os graus de fragilidade definido por Ross (1994).

(1)

$$\begin{matrix} 3 \text{-----} 5 \\ 1,5 \text{-----} x \end{matrix}$$

#### Legenda

##### Crepani et al., (2001)

Muito Alta vulnerabilidade à perda de solo = 3  
Vulnerabilidade da área de estudo = 1,5

##### Ross (1994)

Muito Alta fragilidade = 5  
Grau fragilidade = X

A maior importância da intensidade pluviométrica é facilmente verificada quando se observa que uma elevada pluviosidade anual, mas com distribuição igual ao longo de todo período, isso tem um poder erosivo muito menor do que uma precipitação anual mais reduzida que se despeja torrencialmente num período determinado do ano (CREPANI et al., 2001).

(d) Importância biológica: a metodologia utilizada para revisão das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira foi discutida na Oficina Atualização das Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade - Alvos e Ferramentas, em novembro de 2005 e posteriormente aprovada pela Deliberação CONABIO nº 39, de 14 de dezembro de 2005. Tal metodologia adotou como base o Mapa de Biomas do Brasil (IBGE, 2004) e utilizou uma abordagem que promove maior objetividade e eficiência; cria memória do processo de identificação de prioridades; promove maior participação; e gera informações que possibilitam decisão informada e capacidade para avaliar oportunidades (BRASIL, 2007). As áreas foram reconhecidas através da portaria nº 9 de 23 de janeiro de 2007 tendo em vista o disposto nos decretos nº 2.519 de 16 de março de 1998 e 5.092, de 21 de maio de 2004 (disponível [http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf\\_chm\\_rbbio/](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/)).

Os dados das áreas de importância biológica (formato. SHP) primeiramente foram extraídos do banco de dados do Ministério do Meio Ambiente-MMA (disponível em <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>), posteriormente foi feita a edição vetorial para recorte da área de estudo (*Arctoolbox/Analysis tools/Extract*). Os graus de

fragilidade foram atribuídos levando em consideração o nível de importância biológica conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Áreas de importância biológicas e grau de fragilidade.

Importância Biológica	Graus de Fragilidade	Peso
Alta	Alta	4
Extremamente alta	Muito Alta	5
Insuficientemente conhecida	Desconhecida	0

Fonte: Probio/MMA.

Para a elaboração do mapa síntese de fragilidade potencial foram aplicados os métodos de combinação de mapas (álgebra de campo), por meio de sobreposição ponderada, disponível no ArcGIS 10®. Inicialmente foi feita a conversão dos dados vetoriais para a estrutura matricial (formato Grid.) e posteriormente a reclassificação, por meio da ferramenta Spatial Analyst/Reclassify. Em seguida, as etapas percorridas foram as seguintes: Spatial Analyst Tools/Overlay/Weighted Overlay.

### 3. Resultados e Discussão

A partir da combinação de dados de declividade, solos, chuva (intensidade pluviométrica) e importância biológica foi possível caracterizar APA Municipal das Nascentes do Rio Apa em 4 graus de fragilidade: (a) Baixa, (b) Média, (c) Alta e (d) Muito Alta (Figura 2).

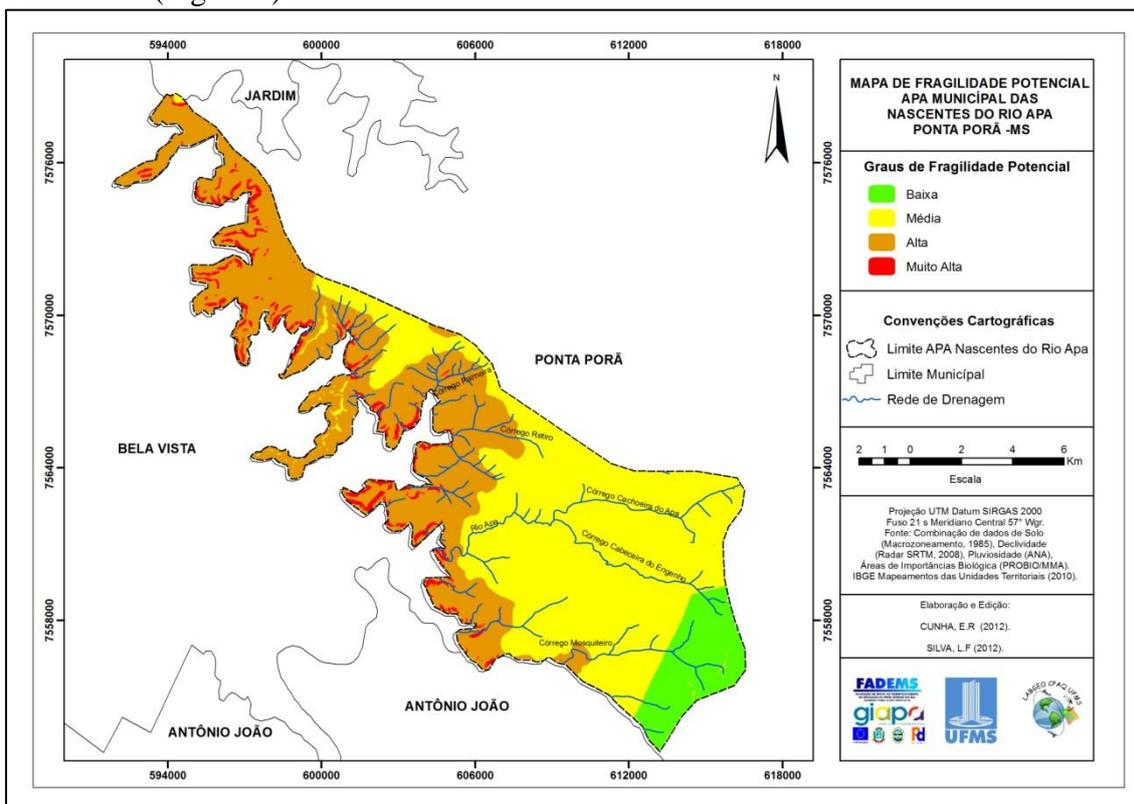


Figura 2. Mapa de fragilidade potencial da APA Municipal das Nascentes do Rio Apa.

(a) Baixa fragilidade: encontra-se em 7,99% da área de estudo associada a relevo suave com formas aplainadas que não ultrapassam inclinações de 20%, todavia as cotas altimétricas são elevadas chegando a mais de 700m nas áreas de nascentes do córrego mosquito e córrego cabeceira do engenho (DGS,1969), onde desenvolvem Latossolos

de textura argilosa. Os dados de importância biológica não foram atribuídos, uma vez que as informações não eram insuficientes conhecidas, o que diminuiu o grau de fragilidade.

**(b) Média fragilidade:** predomina em 50% da APA, localiza-se no médio curso do córrego Mosquiteiro, córrego Cabeceira do Engenho, córrego Cachoeira do Apa, e nas nascentes do córrego Retiro e córrego Palmeiras. Estas áreas são dominadas por inclinações que não ultrapassam 6% onde ocorrem Latossolos vermelhos de textura argilosa e muito argilosa, fatores que relacionados isoladamente indicariam muito baixa fragilidade potencial, mas como foi acrescentado o fator importância biológica (extremamente alta) devido a grande concentração de nascentes do rio Apa, elevou-se o grau de fragilidade para médio.

**(c) Alta fragilidade:** corresponde a 6568,68 hectares, segunda maior área com aproximadamente 38,70%, apresentam inclinações de até 30% associadas à Neossolos litólicos de textura arenosa média/cascalhenta, região de extrema importância biológica.

**(d) Muito alta fragilidade:** compreende a menor área com aproximadamente 3,31% ou 541,88 hectares, predominam Neossolos litólicos de textura arenosa média/cascalhenta denominados de “solo jovem”, pois apresentam minerais primários na sua composição, baixa profundidade e baixo grau de intemperização, fatores associados à topografia fortemente inclinada (acima de 30%) favorecem ocorrência de deslizamentos e aparecimento de processos erosivos decorrentes da água das chuvas, sobretudo no entorno da escarpa erosiva do Planalto Maracaju- Campo Grande.

O Quadro 1 mostra a distribuição em hectares (ha) os graus de fragilidade encontrada para APA Municipal das Nascentes do Rio Apa.

Quadro 1. Graus de fragilidade e quantificação de área.

<b>Quadro de Áreas</b>			
Graus de fragilidade		Área (ha)	%
	Baixa	1354,65	7,99
	Média	8487,55	50,00
	Alta	6568,68	38,70
	Muito Alta	561,88	3,31
<b>Total</b>		16972,76	100

A fragilidade potencial encontrada para a área de estudo está associada diretamente com as características pedológicas e clinográficas, representadas por duas frentes bem distintas: a primeira associada à presença de solos bem desenvolvidos de textura argilosa e muito argilosa localizados sobre relevo aplainado com inclinações que não ultrapassam 20% e a outra apresenta solos em processo pedogenético dominado por relevo fortemente inclinado e localizados nas bordas de frentes de *cuestas*.

#### 4. Conclusão

A aplicação da adaptação das duas propostas metodológicas: Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais elaborada por Ross (1994) e a metodologia proposta por Crepani et al.,(2001) denominada Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicado ao Zoneamento Ecológico Econômico e ao Ordenamento Territorial, a qual foi inserido Áreas de Importância Biológica atendeu com eficiência os objetivos do trabalho. As áreas de importância biológica apresentaram-se de modo satisfatório como um fator importante na caracterização da fragilidade potencial e/ou

ambiental, uma vez que, esses dados, antes não utilizados, agora representam uma nova base indicadora para estudos ambientais.

## Agradecimentos

A UFMS, Prefeitura Municipal de Ponta Porã, União Européia e ao Projeto GIAPA.

## Referencias Bibliográficas

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo. Ícone. P.355 2008.

BRASIL, Ministério das Minas e Energias. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL**: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. Folha SE. 21 Campo Grande.

BRASIL. **Lei nº 9985, de 18 de junho de 2000**. Regulamenta o art.225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.lei.adv.br/9985-00.htm>. Acesso em: 09 nov. 2012.

BRASIL. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira**: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007. / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. – Brasília: MMA, 2007.

Câmara, G.; Monteiro, A. M. V.; Medeiros, J. S. **Fundamentos epistemológicos da ciência da geoinformação**. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Orgs). Introdução à ciência da geoinformação. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd>>. Acesso em: 21, outubro, 2012.

CREPANI, E.; 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**. (INPE-8454-RPQ/722). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2001.

DSG- Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro. Folha **Antônio João** SF.21-Z-A-III (MI2690). Escala 1:100.000. 1969.

EMBRAPA (2006) **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª Edição, Embrapa Solos, Rio de Janeiro-RJ, 306p.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. In: **Revista do Departamento de Geografia**, nº 8. FFLCH-USP. São Paulo. 1994.

SANTOS, E. **Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio jirau município de dois vizinhos** – Paraná. 140 f. Dissertação (mestrado em geografia). Departamento de Geografia, setor de Ciências da Terra. Universidade Federal o Paraná, 2005.

SPÖRL, C. ROSS, J. L. S. **Análise da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos**. Espaço e Tempo. Geosul, São Paulo, n. 15, 2004.