

## Dinâmica da cobertura do solo em seis municípios da Bacia do Alto Paraguai entre 1996-2009

Erika Silva Moreira<sup>1</sup>  
Antonio Conceição Paranhos Filho<sup>1</sup>  
Liliane Candida Corrêa<sup>1</sup>  
Hugo Teruya Júnior<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS  
Cidade Universitária - Caixa Postal 549  
79070-900 – Campo Grande - MS, Brasil  
{engenheiraambiental, toniparanhos, lilly, teruyajunior }@gmail.com

**Abstract.** The land-cover changes caused by anthropic activities generate numerous impact on the environment since soil degradation to climate change. The mapping of land-cover dynamics has provided subsidies for environmental planning and management. This mapping has been facilitated by tools offered by geotechnology along the years. The aim of this paper was to estimate the land-cover evolution in an extensive region located in basin of Upper Paraguay River. This region comprehends the Pantanal, one of the most important environmental areas of the country. Two land cover maps of 1996 and 2009 were obtained from Landsat 5 TM images using automatic supervised classification methods. To enable the change estimative of the land-cover during 1996 to 2009, a post-classification comparison was performed by map algebra. Between 1996 and 2009, there was an increase about 14% of the areas for pastures and crops, and a decrease of 8,9% of shrubs and trees native vegetation in all studied area. Even protected by the distance from consumer centers and the inaccessibility to many parts of it, the Pantanal lowland, in the studied area, has suffered an increase of 18% in the pasture areas dedicated in its majority for cattle ranching. The concerning about the situation of the studied area must be considered as for the land-cover evolution due to the natural fragility of Pantanal and the high synergism between it and the surrounding plateaus.

**Palavras-chave:** geotechnology, change detection, multi-temporal data, geotecnologias, detecção de mudança, dados multitemporais.

### 1. Introdução

Mudanças na cobertura do solo representam uma ameaça a sustentabilidade dos ecossistemas, particularmente quando há conversão de formas de vegetação nativa em áreas antrópicas. Tais conversões ocasionam a aceleração dos processos de mudança naturais, fragmentação da paisagem, perda de biodiversidade, poluição das águas, desequilíbrio no ciclo do carbono, alteração do microclima, erosão e degradação do solo entre outros (Pimentel et al., 1995; Lal & Bruce, 1999; Klink & Machado, 2005; Carvalho et al., 2009).

Conceitua-se dinâmica da cobertura da terra como as mudanças nos seus padrões pelas atividades antrópicas através do tempo (Dale et al., 2000). Há uma variedade de fatores que influenciam estas mudanças. Políticas governamentais de expansão das fronteiras agrícolas ou o crescimento populacional podem ser citados como exemplo.

O mapeamento da cobertura do solo através dos anos é uma importante ferramenta de gestão e planejamento ambiental. Por sua vez, o sensoriamento remoto, aliado às demais geotecnologias, é certamente a alternativa mais apropriada para se estudar esta dinâmica. Sensores como o *Thematic Mapper* (TM) do satélite Landsat 5 são capazes de cobrir extensas áreas em relativo curto espaço de tempo.

A área estudada é dividida entre os planaltos e a planície pantaneira. Área de vocação agropecuária, sofre com a ampliação de áreas destinadas a pastagem nas partes altas dos planaltos o que resulta em aumento da produção de sedimentos na parte baixa (planície). Este aumento de sedimentos ocasiona perda da qualidade das águas, assoreamento e poluição dos

rios da uma das áreas mais importantes ambientalmente do país e patrimônio da humanidade: o Pantanal.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo estimar a evolução da cobertura da terra na área de estudo, realizando-se para tanto uma comparação pós-classificação entre dados de 1996 e 2009.

## 2. Metodologia de Trabalho

### 2.1. Área de Estudo

Localizada na região Centro Norte do Estado de Mato Grosso do Sul, a área de estudo coincide com a extensão de seis municípios - Sonora, Pedro Gomes, Coxim, Rio Verde de Mato Grosso, São Gabriel do Oeste e Rio Negro - abrangendo uma superfície de aproximadamente 27.980 km<sup>2</sup>. Está compreendida entre as coordenadas geográficas de latitudes 17° 10' e 19° 40' sul e longitudes 53° 30' e 55° 50' oeste (figura 1).

O clima da região é do tipo Clima Tropical de Savana (AW) na classificação de Köppen. A vegetação é composta pelo cerrado, florestas estacionais, além das áreas de tensão ecológica e antrópicas. A área faz parte da Bacia do Alto Paraguai, sendo drenada por importantes rios como Correntes, Taquari e Negro.

### 2.2. Pré-processamento dos dados

Três pares bitemporais de imagens Landsat 5, sensor TM, foram utilizados para a classificação da área de estudo: órbita/ponto 225/72, 225/73 e 225/74, sendo as imagens ancestrais de 11 de agosto de 1996 e as atuais de 28 de junho de 2009. Levou-se em consideração na escolha das imagens, para o ano de 2009, a maior proximidade possível das datas de aquisição com as das imagens de 1996, afim de que as imagens fossem analisadas em uma mesma estação - seca (junho a agosto/setembro) (Rodela e Queiroz Neto, 2007) - evitando-se efeitos de fenologia e a presença de cobertura de nuvens. As imagens de 1996 foram tomadas como referência e obtidas de estudos prévios de Paranhos Filho et al. (2003), assim como a carta de cobertura do solo resultante de suas classificações.

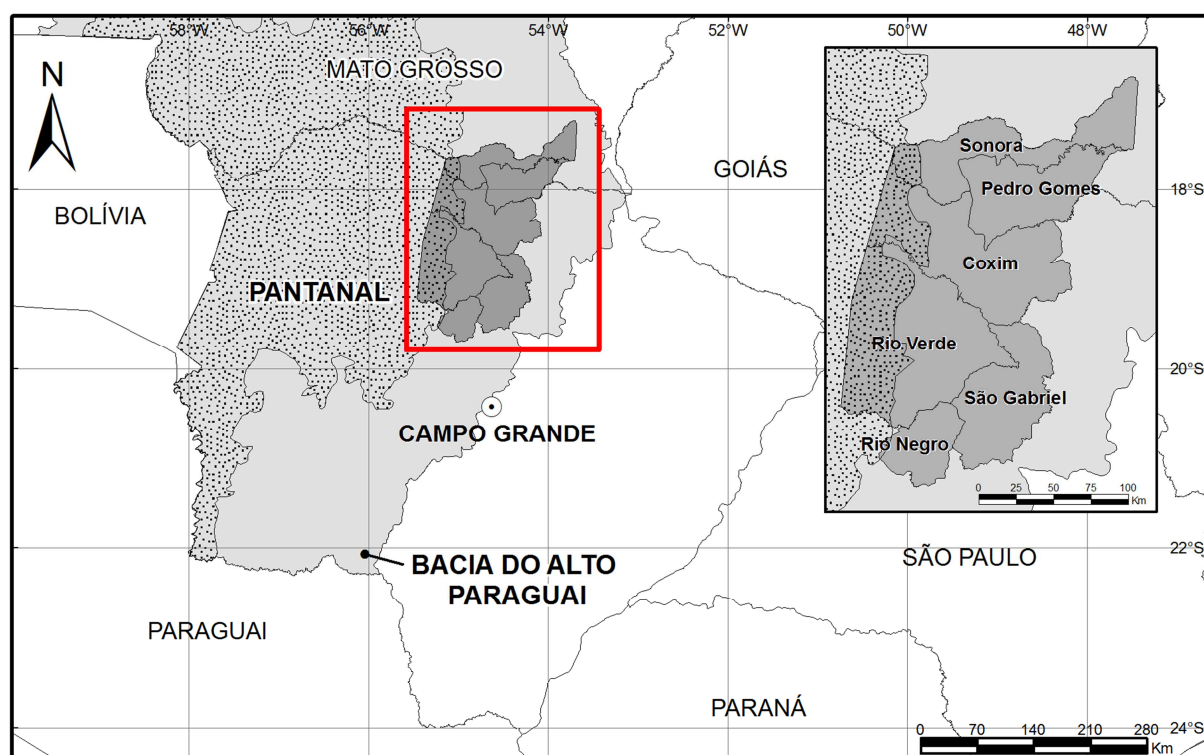


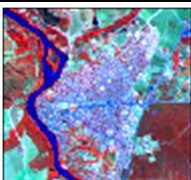
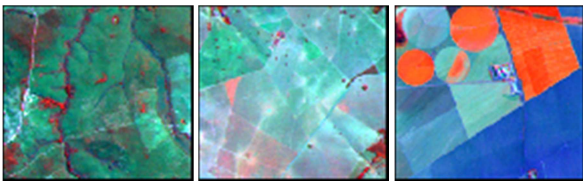
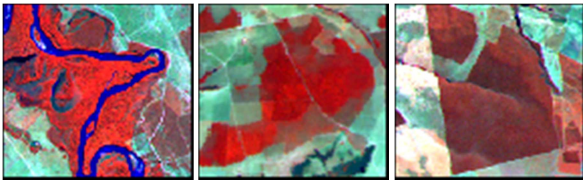
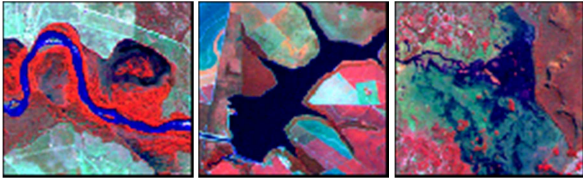
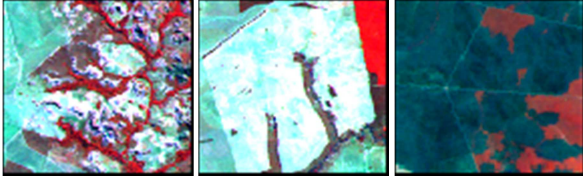
Figura 1. Localização da área de estudo.

As imagens de 2009 foram obtidas diretamente do sítio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com projeção UTM, zona 21, WGS 84, sendo esta a projeção adotada para todo o trabalho. As imagens de 2009 foram registradas, imagens de 1996 como referência, utilizando-se de pelo menos 40 pontos, para cada imagem, bem distribuídos, e do método de reamostragem vizinho mais próximo. O erro médio quadrático ficou entre 0,5 e 0,6 *pixel*. As imagens registradas foram mosaicadas com a opção de *histogram matching*, técnica de equalização de histogramas, para melhor visualização e distinção das classes de cobertura. Para o processamento das imagens utilizou-se do programa ERDAS Imagine (ERDAS, 1999).

#### 4.1.2.3. Cobertura do solo para o ano de 2009

A cobertura do solo, na área de estudo, foi obtida a partir da classificação automática supervisionada, algoritmo de máxima verossimilhança, das imagens Landsat, utilizando-se para tanto a chave de classificação proposta por Paranhos Filho et al. (2003). Para auxiliar na identificação da cobertura do solo e obtenção da respectiva carta, foram utilizadas informações complementares obtidas de trabalhos de campo realizados na área de estudo no mês de maio de 2009, análise visual de imagens Landsat de diferentes épocas do ano e carta de uso do solo do Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP, 1997). As classes foram agrupadas para a compatibilização com os dados de 1996. As classes resultantes são descritas na tabela 1.

Tabela 1. Classes de cobertura do solo adotadas para os dados de 1996 e 2009. Escala de captura 1:200.000.

Classes	Descrição	Exemplo em composição R4G5B3
Áreas Urbanas	Padrão urbano contínuo e descontínuo	
Pastagens e culturas	Campos ou pastagens, naturais e antrópicas, e culturas, temporárias e permanentes	
Vegetação arbóreo-arbustiva	Florestas, cerradão, reflorestamento e cerrado <i>stricto sensu</i>	
Corpos, cursos d'água e áreas úmidas	Rios, reservatórios, lagos e brejos	
Descoberto	Afloramento rochoso ou substrato aparente, áreas de vegetação rala e ainda de queimadas	

Neste reagrupamento considerou-se a impossibilidade, em muitos casos, da distinção entre pastagens naturais daquelas plantadas (Lambin et al., 2003), além de culturas de pastagens. Segundo Paranhos Filho et al. (2003), esta agregação de classes separa, de maneira geral, áreas de uso antrópico ou de influência direta daquelas naturais ou renaturalizadas.

Após a limpeza dos pixels isolados resultantes da classificação com o filtro de suavização do tipo de moda (Crósta, 1992), os dados em formato matricial foram convertidos para o formato vetorial. A menor área mapeável adotada foi de 25ha, ou seja, a área de um quadrado de 5mm por 5mm na escala de 1: 100.000. Desta forma, todos os polígonos de área menor do que 25 hectares foram dissolvidos no polígono de maior área circundante. Para a comparação entre os anos de 1996 e 2009 realizou-se o *overlay* dos mapas.

### 3. Resultados e Discussão

Entre os anos de 1996 e 2009, houve uma expansão das áreas de pastagem e culturas de aproximadamente 14%, com a conseqüente diminuição de áreas de vegetação arbórea/arbustiva em 8,9%, como pode ser observado pela tabela 2 e figura 2. Do total de pastagens e culturas no ano de 1996, 29,63% estavam distribuídas na planície passando a 31,29% em 2009, enquanto que a participação dos planaltos no total do aumento de áreas teve uma leve diminuição.

No ano de 1996, houve grandes áreas de queimadas e/ou incêndios, concentradas principalmente na região da planície pantaneira, sendo que estes fenômenos não se repetiram com a mesma intensidade em 2009. Estas áreas são as responsáveis pela quase totalidade dos 5,69% das áreas classificadas como descobertas em 1996. As queimadas são práticas de manejo corriqueiras na região. As áreas urbanas, corpos, cursos d'água e áreas úmidas mantiveram-se praticamente estáveis durante o período analisado.

Tabela 2. Porcentagem total das classes de cobertura do solo nos anos de 1996 e 2009 e participação em cada classe da Planície e dos Planaltos.

Classe	Total 1996	Planície	Planaltos	Total 2009	Planície	Planaltos
Pastagens e culturas	58,28	29,63	70,37	72,28	31,29	68,71
Vegetação arbórea/arbustiva	35,24	24,66	75,34	26,39	24,74	75,26
Descoberto	5,68	58,61	41,39	0,48	3,26	96,74
Áreas Urbanas	0,07	-	100,00	0,08	-	100,00
Corpos, cursos d'água e áreas úmidas	0,73	44,90	55,10	0,77	56,06	40,01

Em 1996, dos 8.286,43 km<sup>2</sup> da planície, 58,31% eram ocupados por pastagens e culturas, 29,34% arbórea/arbustiva, 11,25 % descoberto e 1,10% de úmido. Em 2009, essas porcentagens passaram para 76,38%, 21,98%, 0,05% e 1,59%, respectivamente. Enquanto que na área dos planaltos 58,27% eram ocupados por pastagens e culturas, 28,14 % arbórea/arbustiva, 3,34 % descoberto, 0,18% urbano e 0,57% de úmido. Em 2009, essas porcentagens passaram para 70,56%, 28,14%, 0,60%, 0,18% e 0,57% respectivamente, como pode ser observado pela tabela 3.

Quando se analisa a conversão da cobertura do solo por município, considerando planície e planaltos, Rio Negro lidera no quesito aumento de áreas de pastagem e culturas, entre os

anos de 1996 e 2009, com 28,02%, seguido por Coxim (24,38%), Rio Verde (11,87%), São Gabriel do Oeste (11,37%), Pedro Gomes (6,09%) e Sonora (4,96%).

Tabela 3. Evolução da cobertura do solo na Planície e Planaltos entre os anos de 1996 e 2009 em porcentagem.

Classe	Planície		Planaltos	
	Total 1996	Total 2009	Total 1996	Total 2009
Pastagens e culturas	58,31	76,38	58,27	70,56
Vegetação arbórea/arbustiva	29,34	21,98	37,72	28,14
Descoberto	11,25	0,05	3,34	0,60
Áreas Urbanas	-	-	0,10	0,18
Corpos, cursos d'água e áreas úmidas	1,10	1,59	0,57	0,52

Em estudo realizado por Abdon et al. (2007), sobre o desmatamento no Pantanal até o ano de 2002, os municípios de Coxim e Rio Verde já eram citados como referência em maiores áreas contínuas de pastagem plantada, na porção do município situada dentro do Pantanal. Deve-se ressaltar, ainda segundo Abdon et al. (2007), que o Pantanal abrange terras que vão além da planície.

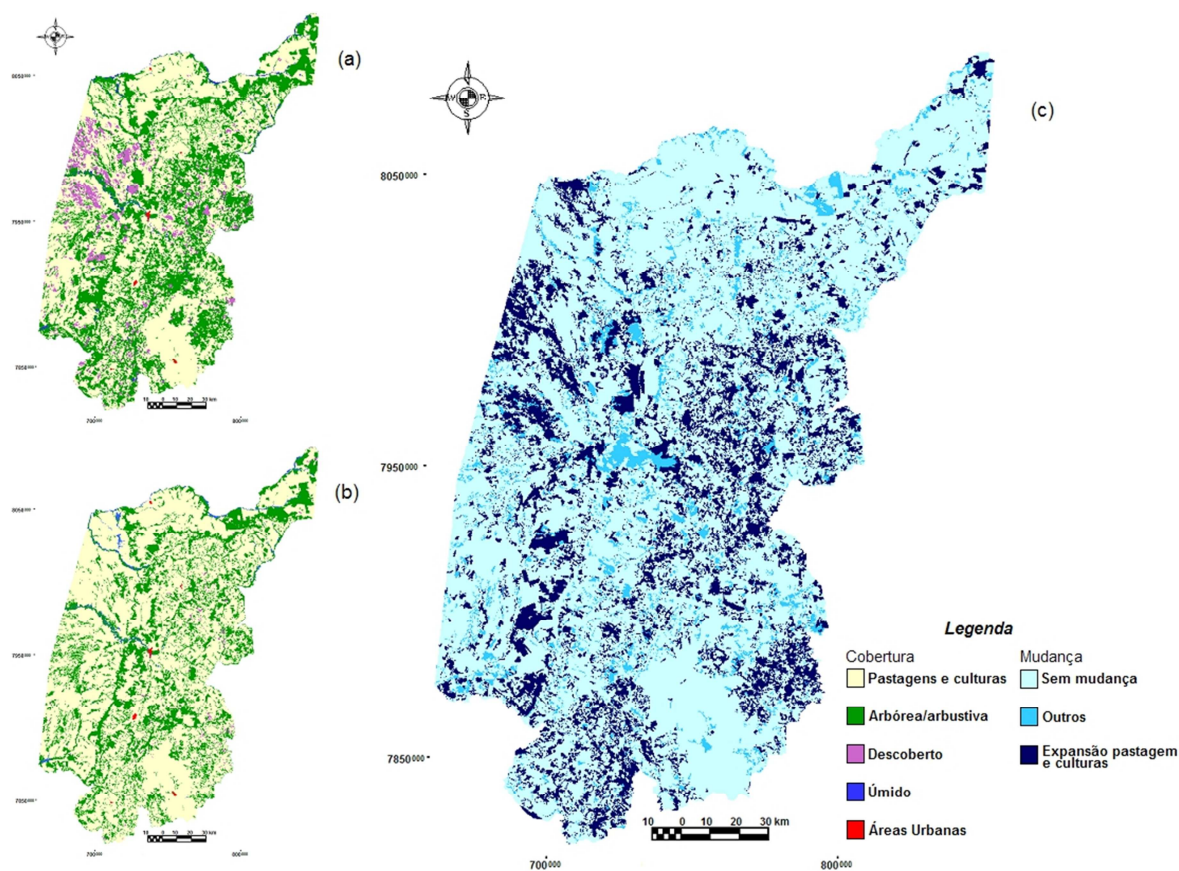


Figura 2. Mapas de cobertura do solo para os anos de 1996 (a) e 2009 (b). Expansão de áreas cobertas por pastagem e culturas entre 1996-2009 (c).

O Estado de Mato Grosso do Sul, como um todo, sofre com o processo de contínua modificação de suas paisagens naturais (2009). Entretanto, a área de estudo, em apenas 13 anos, teve sua vegetação arbórea/arbustiva reduzida em 8,9%, ou seja, 2.490 km<sup>2</sup>. Mesmo sendo protegida pela distância dos centros consumidores e inacessibilidade em muitos pontos (Junk & Cunha, 2005) a planície pantaneira sofreu um aumento de áreas de pastagem de 18%, o que pode ser creditado ao aumento das áreas destinadas à criação extensiva de gado, já adaptadas aos ciclos de inundação característicos da região (Abdon et al., 2007; Zeilhofer & Moura, 2009). O mesmo fator, aumento das áreas destinadas à agropecuária, pode ser responsabilizado pela diminuição da vegetação arbórea/arbustiva dos planaltos.

#### 4. Conclusões

Deve-se considerar preocupante a situação da área de estudo quanto à evolução da cobertura da terra visto a fragilidade natural do Pantanal e o forte sinergismo entre este e os planaltos. A utilização de geotecnologias mostrou-se rápida, econômica e eficiente para a estimação das mudanças ocorridas na área de estudo, mesmo com as limitações inerentes aos métodos utilizados.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de mestrado a Erika Silva Moreira.

#### Referências Bibliográficas

Abdon, M. M.; Silva, J. S. V.; Marselhas e Souza, I.; Romon, V. T.; Rampazzo, J.; Ferrari, D. L. Desmatamento no bioma Pantanal até o ano 2002: relações com a fitofisionomia e limites municipais. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 59, p. 17-24, 2007.

Carvalho, F. M. V.; Marco Júnior, P.; Ferreira, L. G. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation**, n. 142, p. 1392-1403, 2009.

Crósta, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. IG/UNICAMP. 1993.170 p.

Erdas, Inc. **Erdas Imagine 8.4**. LEICA Geosystems Geospatial Imagine, LCC. Atlanta – Geórgia. 1999. 1 CDROM.

Junk, W.J.; Cunha, C. N. Pantanal: a large South American wetland at a crossroads. **Ecological engineering**, v. 24, p.391–401, 2005.

Klink, C. A.; Machado, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 707–713.2005.

Lal, R.; Bruce, J. P. The potential of world cropland soils to sequester C and mitigate the greenhouse effect. **Environmental Science & Policy**, n. 2, p. 177-185. 1999.

Lambin, E. F.; Geist, H. J.; Lepers, E. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. **Annual review of environment and resources**, v. 28, p. 205-241. 2003.

Mato Grosso do Sul. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, das Cidades, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia. **Zoneamento Ecológico-Econômico de Mato Grosso do Sul - Contribuições técnicas, teóricas jurídicas e metodológicas**. Campo Grande, SEMAC, v. 1, 128 p., 2009.

Paranhos Filho, A.C.; Fiori, Alberto Pio; Disperati, L.; Lucchesi, Cristiana; Ciali, A.; Lastoria, Giancarlo. Avaliação Multitemporal das Perdas dos Solos na Bacia do Rio Taquarizinho Através de SIG. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 52, p. 49-59, 2003.

Pimentel, D.; Harvey, C.; Resosudarmo, P.; Sinclair, K.; Kurz, D.; McNair, M.; Crist S.; Shoritz, L.; Fitton, L.; Saffouri, R.; Blair, R. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. **Science**, v. 267, n. 245201, p. 1117-1123, 1995.

Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP). Programa Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal – Subcomponente Pantanal. **Diagnóstico dos Meios Físico e Biótico. Meio Físico**. Brasília: MMA/SEMAM/PNMA, v.1, 76 p., 1997a.

Rodela, L. G.; Queiroz Neto, J. P de. Estacionalidade do clima no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 01, n.º 59, 2007.

Zeilhofer, P.; Moura, R. M. Hydrological changes in the northern Pantanal caused by the Manso dam: Impact analysis and suggestions for mitigation. **Ecological engineering**, v. 35, p. 105–117, 2009.