

**MONITORAMENTO DO DESMATAMENTO NOS BIOMAS BRASILEIROS POR  
SATÉLITE**

**ACORDO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA MMA/IBAMA**

**MONITORAMENTO DO BIOMA PANTANAL**

**2002 a 2008**

**CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – CSR/IBAMA**

**BRASÍLIA, 17 DE MAIO DE 2010**

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA  
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS  
RENOVÁVEIS – IBAMA**

**República Federativa do Brasil**

Presidente

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA

Vice-Presidente

JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA

**Ministério do Meio Ambiente**

Ministra

IZABELLA MÔNICA VIEIRA TEIXEIRA

Secretario Executivo

Secretário José Machado

Secretaria Nacional de Biodiversidade e Florestas

Secretária

MARIA CECÍLIA WEY DE BRITO

Departamento de Conservação da Biodiversidade

Diretor

BRAULIO FERREIRA DE SOUZA DIAS

**Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**

Presidente

ABERLARDO BAYMA AZEVEDO

Diretoria de Proteção Ambiental

Diretor

LUCIANO MENESES EVARISTO

## **EQUIPE TÉCNICA – MMA**

### **Secretaria de Biodiversidade e Florestas**

Departamento de Conservação da Biodiversidade

Adriana Panhol Bayma  
Analista Ambiental  
[adriana.bayma@mma.gov.br](mailto:adriana.bayma@mma.gov.br)

Cláudia Schafhauser Oliveira  
Técnica Especializada  
[claudia.oliveira@mma.gov.br](mailto:claudia.oliveira@mma.gov.br)

Iona'i Ossami de Moura  
Analista Ambiental  
[ionai.moura@mma.gov.br](mailto:ionai.moura@mma.gov.br)

## **EQUIPE TÉCNICA - IBAMA**

### **COORDENAÇÃO**

Humberto Navarro de Mesquita Jr. (CSR/Ibama)  
Chefe do Centro de Sensoriamento Remoto – CSR/Ibama  
[humberto.mesquita-junior@ibama.gov.br](mailto:humberto.mesquita-junior@ibama.gov.br)

Daniel Moraes de Freitas (CSR/Ibama)  
Analista Ambiental  
[Daniel-moraes.freitas@ibama.gov.br](mailto:Daniel-moraes.freitas@ibama.gov.br)

Felipe Luis Lacerda de Carvalho Cidade Matos (CSR/Ibama)  
Analista Ambiental  
[felipe.matos@ibama.gov.br](mailto:felipe.matos@ibama.gov.br)

Mariano Pascual (CSR/Ibama)  
Analista Ambiental Temporário  
[mariano.pascual@ibama.gov.br](mailto:mariano.pascual@ibama.gov.br)

Marlon Crislei Silva (CSR/Ibama)  
Analista Ambiental  
[marlon.silva@ibama.gov.br](mailto:marlon.silva@ibama.gov.br)

Rodrigo Antônio de Souza (CSR/Ibama)  
Analista Ambiental e Chefe Substituto do CSR/Ibama  
[rodrigo-antonio.souza@ibama.gov.br](mailto:rodrigo-antonio.souza@ibama.gov.br)

Paulo Marcos Coutinho dos Santos (CSR/Ibama)  
Analista Ambiental  
[paulo-marcos.santos@ibama.gov.br](mailto:paulo-marcos.santos@ibama.gov.br)

Silvia Nascimento Viana (CSR/Ibama)  
Analista Ambiental  
[silvia.viana@ibama.gov.br](mailto:silvia.viana@ibama.gov.br)

### **SERVIDORES DO CSR/IBAMA**

Celeno Lopes Carneiro  
Analista Ambiental

Divino Antonio da Silva  
Analista Ambiental

José Itamá da Silva  
Analista Ambiental

Kelly Borges Resende  
Analista Ambiental  
[kelly.borges@ibama.gov.br](mailto:kelly.borges@ibama.gov.br)

Maurício Marques  
Analista Ambiental

Maria Salete Alves  
Analista Ambiental

Werner Luis Gonçalves  
Analista Ambiental  
[werner.goncalves@ibama.gov.br](mailto:werner.goncalves@ibama.gov.br)

## **CONSULTORES TÉCNICOS PNUD**

### **Consultores em Monitoramento Ambiental**

Elaine Cristina de Oliveira

Elisa Toniolo Lorensi

Julio Cezar Nogueira Neto

Marcelo Gonçalves de Lima

### **Consultores em interpretação de imagens de sensores remotos orbitais**

Amanda Regina Martins Péscio

Brunna Rocha Werneck

Camila Velleda Thomaz Bastianon

Christiany Marques Reino

Clarisse Lacerda Mata

Daniel Assumpção Costa Ferreira

Dayane Cavalcante de Abreu

Elaine Marra dos Santos

Estevão Machado Cidade de Rezende

Fernando Ferreira Caixeta

Galgane Patricia Luiz

Lorena Oliveira Santos

Luise Lottici Krahl

Marcus Vinícius Coelho Vieira da Costa

Mirian Rodrigues da Silva

Oscar Omar Guevara Herrera

### **Consultores em georreferenciamento de imagens de satélites**

Edwin Andrés Piscoya Rodríguez

Juliana de Castro Freitas

### **Consultores em Programação Java**

Paulo Roberto Dias Viera

### **Consultora em Arquitetura RUP**

Ludmilla Flôres Meneses Lima

Ministério do Meio Ambiente – MMA  
Centro de Informação, Documentação Ambiental e Editoração Luís Eduardo Magalhães – CID Ambiental  
Esplanada dos Ministérios – Bloco B – Térreo  
Brasília – DF 70.068-900  
Fone. 55 61 3317 1414  
E-mail. [cid@mma.gov.br](mailto:cid@mma.gov.br)  
[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)

## APRESENTAÇÃO

O presente relatório refere-se ao monitoramento e mapeamento de áreas desmatadas no Bioma Pantanal, ocorridas até o ano de 2002 e entre os anos de 2002 e 2008.

Tal estudo faz parte de uma iniciativa entre a Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério de Meio Ambiente – SBF/MMA, Diretoria de Proteção Ambiental do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Dipro/Ibama, Centro de Sensoriamento Remoto do Ibama - CSR, Agência Brasileira de Cooperação - ABC e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD.

Esta iniciativa, ainda, foi corroborada por meio de um acordo de cooperação técnica celebrado entre o MMA e o Ibama, o qual visa o monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por meio de satélites, à exceção da Amazônia, com recursos provenientes do Projeto PNUD BRA 08/11.

## 1. CONTEXTO

O Pantanal é uma planície de inundação periódica reconhecida nacional e internacionalmente pela exuberância de sua biodiversidade como uma das áreas úmidas de maior importância do globo (Alho et al., 2005). É declarado Reserva da Biosfera e Patrimônio Mundial Natural pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura), está presente em dois estados, Mato Grosso (40,3%km<sup>2</sup>) e Mato Grosso do Sul (59,7%Km<sup>2</sup>), ocupa uma área de aproximadamente 151.313 km<sup>2</sup>, cerca de 2% da área brasileira (IBGE)<sup>1</sup>.

O Pantanal por ser uma área de inundação de dimensões elevadas apresenta uma influência de biomas que o margeiam. O cerrado limita o bioma pelo norte e leste, o bioma amazônico ao norte e o Chaco no sudeste. Tais influências propiciam as diferenças climáticas, com períodos de chuvas próprios no norte e sul da região ocasionando diversos tipos de características dos rios e solos formando diferentes sub-regiões ou tipos de pantanais (Alho, 2005).

Segundo Rizzini (et AL., 1988), podem ser definidas duas estações climáticas bem definidas: a chuvosa, que ocorre geralmente de outubro a março com precipitação média de 1.200mm a 1400mm e a estação de seca, entre abril e setembro. O ciclo hidrológico e a dinâmica hídrica da região são condicionantes importantes que garantem a alta biodiversidade e mantêm o funcionamento ecológico de toda região (Ana et al., 2004). As planícies de inundação apresentam terras planas, próximas ao fundo de vale de um rio, inundadas quando o escoamento superficial excede a capacidade normal do canal (Barella et al., 2001). Durante o período de vazante, ocorre gradativamente a diminuição do volume de água e o aumento da área não-inundada. Dessa forma, há grande transporte de nutrientes e material orgânico de origem alóctone, pelo pulso de inundação (Junk et al., 1980).

A inundação do Pantanal depende das águas que são trazidas das cabeceiras dos rios do planalto, são essas águas que garantem a inundação periódica do pantanal, devido à característica morfológica da planície. O escoamento, ao deixar o planalto, tem uma largura estreita, portanto, o rio tem uma baixa capacidade de transporte de água; com isso, o fluxo extravasa o leito inundando a planície e preenchendo as depressões na qual formam as baías e lagoas (Alho, 2005).

Atualmente a base da economia regional é a criação extensiva de gado para corte, uma vez que a agricultura é pouco recomendada, devido principalmente às enchentes periódicas e aos solos pouco férteis. A atividade turística vem se expandindo nos últimos anos, e mais recentemente, em alguns municípios da BAP, têm sido instalados alguns empreendimentos de mineração (IBGE, 1998).



A expansão desordenada das atividades agropecuárias na região do Pantanal tem contribuído para a degradação dos ambientes naturais, bem como na intensificação da erosão laminar e do assoreamento e contaminação dos rios com biocidas, perda da fauna, flora e da biodiversidade do Pantanal, Santos (2006). A erosão de forma acelerada decorrente das atividades humanas na região promove o desequilíbrio dos processos naturais acarretando em prejuízos para a exploração agropecuária, para setores socioeconômicos e principalmente para o meio ambiente (Galdino et al., 2003).

São também consideradas ameaças à conservação dos ecossistemas e processos ecológicos no Pantanal, os projetos de infraestrutura (hidrelétricas, hidrovias, mineradoras), a caça, a invasão de espécies exóticas e a poluição resultante do uso de pesticidas nas áreas agrícolas localizadas nas cabeceiras dos principais rios que drenam a planície (Alho et al., 1988 apud MMA 2007; Silva et AL., 2003). As atividades mineradoras, além de gerarem forte impacto visual, causam assoreamento e modificam a trajetória dos corpos d'água, contaminando as bacias com dejetos de diferentes origens e intensificando processos erosivos, com conseqüente descaracterização da paisagem (ALMEIDA et al., 2003).

O desmatamento desenfreado, no Brasil, não se limita somente à Floresta Amazônica. Ele atravessa fronteiras e também afeta outros biomas importantes, como o Cerrado e o Pantanal. É imprescindível que a antropização aconteça de forma planejada e sustentável, para que os efeitos negativos desta exploração sejam minimizados, visando sempre a conservação e preservação dos recursos naturais e dando à natureza tempo para se recompor (Mota, 1981).

É de extrema importância a conservação da vegetação terrestre e aquática natural do Pantanal como estratégia básica para se manter uma diversidade biológica expressiva. Estudos recentes indicam que pode ocorrer uma perda de até 25% das espécies de aves associadas à mata de galeria apenas se houver a destruição dos ambientes naturais vizinhos à mata, mesmo que ela permaneça intocada (MACHADO, 2000). Outras pesquisas mostram que a redução excessiva das áreas com vegetação nativa provoca a extinção de espécies de aves, que desaparecem dos fragmentos de pequena dimensão (HASS, 2002).

O Ministério do Meio Ambiente, em 2007, lançou os resultados do Mapeamento de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros, inserido no Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade – Probio. Tal mapeamento teve a escala de 1:250.000, de modo que o bioma Pantanal, até 2002, teve os seguintes resultados: a) cobertura vegetal natural – 86%; b) cobertura vegetal antrópica – 12 %; e corpo d'água – 2 %. Recentemente organizações não governamentais com a ajuda da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), monitorou entre os anos de 2002 a 2008 a Bacia do Alto Paraguai – BAP, evidenciando que o planalto sofre um impacto maior em relação à planície principalmente com as atividades de agricultura e pecuária (WWF, 2010).

Neste Projeto de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite o

Bioma Pantanal foi monitorado com imagens de satélites para a identificação de áreas antrópicas entre os anos de 2002 a 2008. Deste modo, com a quantificação do desmatamento em áreas nativas pode-se embasar ações de fiscalização e combate a desmatamentos ilegais nesse bioma. Podendo dotar o governo federal de capacidade para o monitoramento da cobertura florestal do Pantanal, permitindo uma maior eficiência das políticas públicas voltadas à conservação e uso sustentável do bioma.

Os resultados desse projeto fortalecerão a proteção dos biomas brasileiros, aprimorando a ação do estado no monitoramento da cobertura vegetal com vistas a quantificar mudanças e permitir que os resultados sejam utilizados para ações de controle do desmatamento. Com os dados oficiais do desmatamento nos biomas extra-amazônicos, servirão de base para elaboração de políticas públicas visando à redução do desmatamento e para utilização da sociedade brasileira.



Figura 1 – Localização do bioma Pantanal (polígono verde) – mapa-imagem obtida no Google Earth.

## 2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do monitoramento do bioma Pantanal foram adquiridas ao todo 48 imagens digitais. Destas 32 cenas são dos sensores orbitais CBERS2B e 16 são do TM Landsat 5, as quais foram disponibilizadas gratuitamente por meio do sítio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (Figura 2.1). Tais imagens foram georreferenciadas por meio do software ESRI ArcGIS, mantendo a projeção original UTM (datum SAD69), tendo como referência cenas Landsat Geocover do GLCF (Global Landsat Cover Facility). Tais imagens, antes de sua correção geométrica, foram processadas no software Spring para fins de correções radiométricas. As imagens utilizadas encontram-se arroladas nas Tabelas 1 e 2 do Anexo 1.

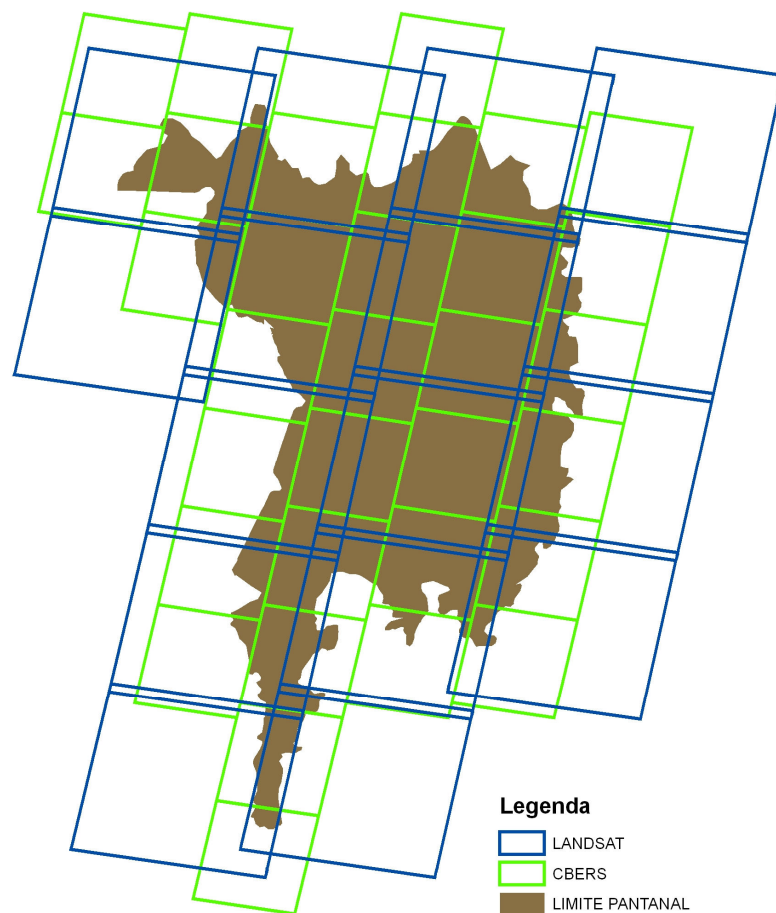


Figura 2.1 – Distribuição das imagens dos sensores CBERS2B e TM Landsat 5 no bioma Pantanal.

A análise e detecção dos desmatamentos tiveram como área útil de trabalho o Mapa de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros, escala 1:250.000, ano base 2002 (MMA, 2007) elaborado por um conjunto de instituições de pesquisa contratado pelo Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – Probio/MMA, considerando-se como “mapa de tempo zero” para início do monitoramento aqui apresentado.

O procedimento de identificação dos polígonos de áreas desflorestadas teve como escala base de trabalho a escala 1:50.000 e área mínima de detecção do desmatamento de 2 há. Os respectivos resultados estão separados/disponibilizados conforme articulação dos mapas índices de 1:250.000 do IBGE (Figura 2.2) em sistema de referência geográfica (datum SAD69).

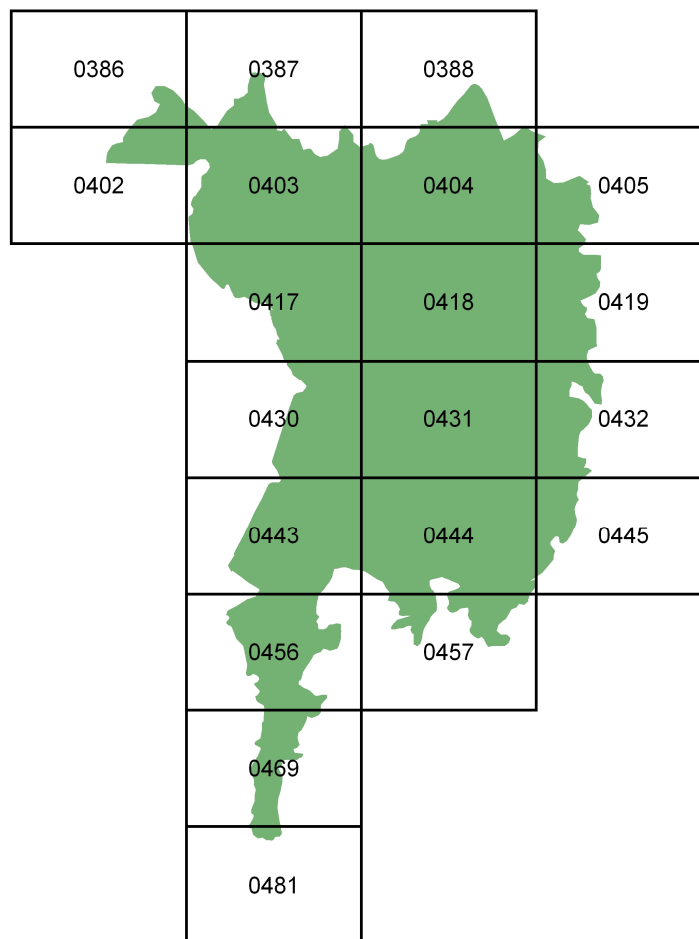


Figura 2.2 – Articulação dos mapas índices (MI), IBGE 1:250.000, no bioma Pantanal.

As análises foram executadas também por meio do “software” ArcGIS a partir da detecção visual e digitalização manual das feições de supressão da vegetação nativa encontradas nas áreas dos polígonos de remanescentes supracitados. Tais desmatamentos foram classificados, tão-somente, como áreas antropizadas, sem tipologias e detalhamentos quanto ao uso.

Quanto à definição de áreas antropizadas, não foram consideradas as cicatrizes características de ocorrências de queimadas, bem como as áreas modificadas ou em processo regenerativo. Desta forma, os comportamentos espectrais utilizados como parâmetros para definição de áreas efetivamente antropizadas levaram em consideração, principalmente, as necessidades de monitoramento e controle do desmatamento ilegal por parte do Ibama.

A cada alvo de desflorestamento identificado e digitalizado, foram atribuídas informações

relevantes de interesse do MMA e Ibama. Ademais, com o objetivo de disponibilizá-las ao público em geral, foram produzidos conjunto de dados contendo os seguintes atributos: período do desmatamento (anterior a 2002,  $\leq$  2002, ou entre 2002-2008); fonte do dado (MMA ou CSR/Ibama); área em hectares; e o Bioma em que se encontra. Cabe ressaltar que, de modo a se resgatar os dados omitidos pelo Probio, em virtude da escala final 1:250.000 pré-determinada para aquele Projeto, ficou sob responsabilidade do CSR/Ibama identificar, também, os desmatamentos ocorridos até 2002 dentro da referida área útil de trabalho supracitada. As figuras que seguem exemplificam o processo de interpretação e delimitação dos alvos.



Figura 2.3 – Primeiro estágio: a) imagem de 2008, contendo polígonos pretos referentes ao desmatamento de 2002 (máscara PROBIO/MMA) e; b) em vermelho, o desmatamento detectado pelo intérprete do MMA/Ibama.

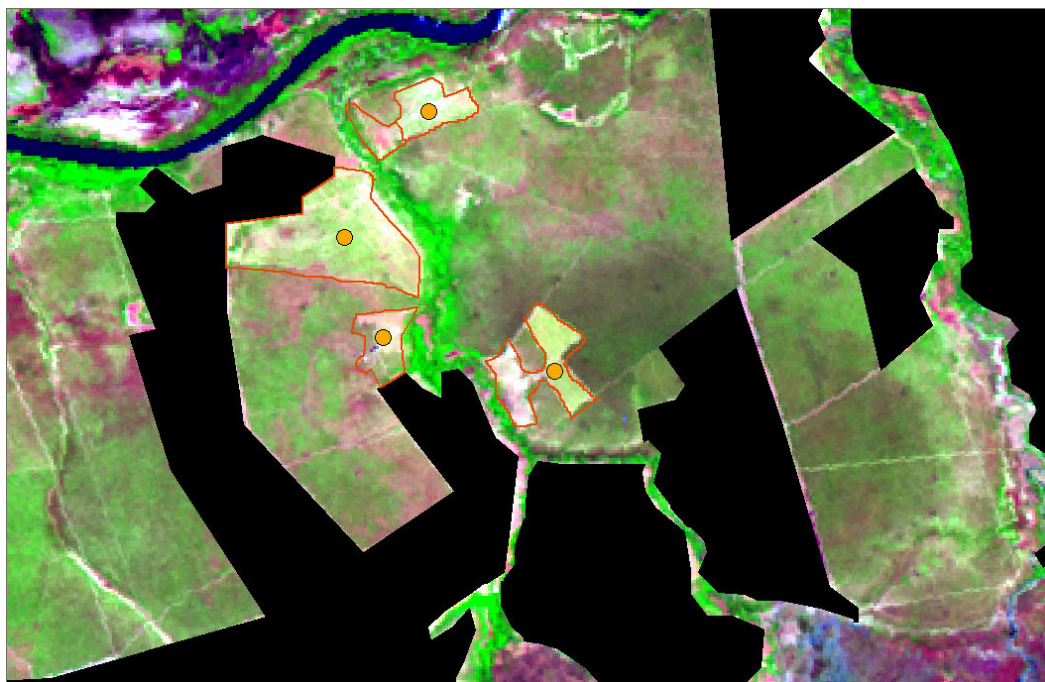


Figura 2.4 – Segundo estágio: a) imagem de 2002, contendo os polígonos pretos referentes ao desmatamento de 2002

(máscara PROBIO) e; c) círculos laranja, destacando que naqueles pontos/áreas já existiam o desmatamento em 2002.

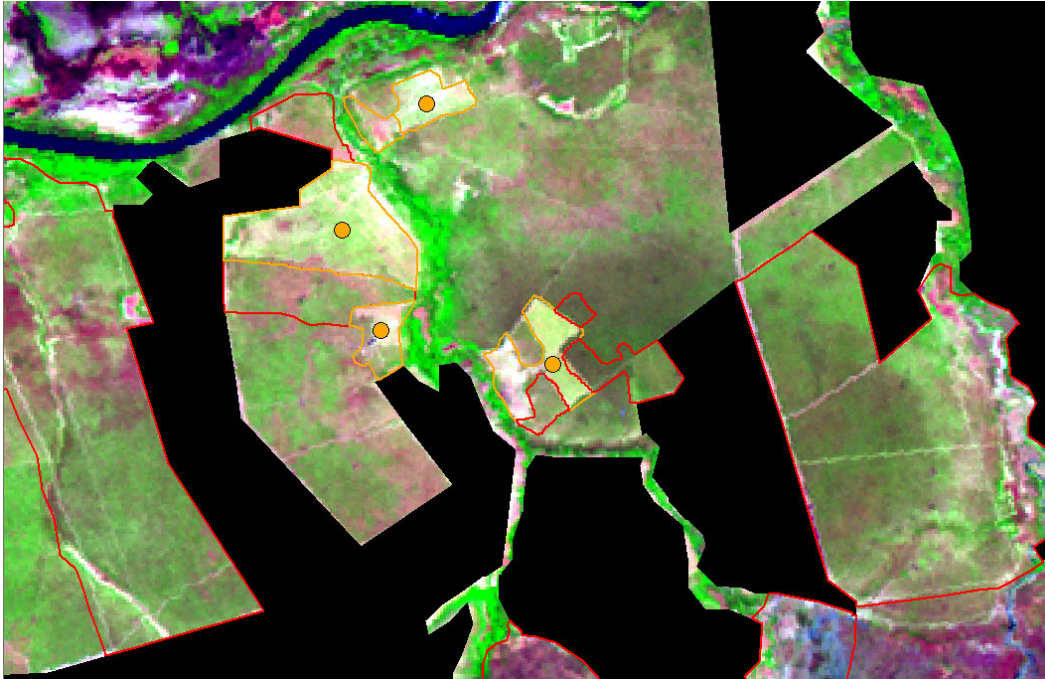


Figura 2.5. Estágio final: a) mesma imagem de 2002, contendo os polígonos pretos referentes ao desmatamento de 2002 (máscara PROBIO); b) em vermelho, o desmatamento de 2008 detectado pelo intérprete do MMA/Ibama, conforme figura 2.3; c) círculos laranja, destacando que naquelas áreas já existiam desmatamento em 2002, e; d) polígonos de borda laranja, indicando o ajuste feito pelo intérprete, recuperando, assim, o desmatamento de 2002, não detectado pelo PROBIO/MMA.



Figura 2.6. Estágio final: a) imagem de 2008, contendo os polígonos pretos referentes ao desmatamento de 2002 (máscara PROBIO); b) em vermelho, o desmatamento de 2008, detectado pelo intérprete do MMA/Ibama, conforme figura 2.3, e; c) círculos laranja, destacando que naquelas áreas já existiam desmatamento em 2002, com seus respectivos polígonos de bordas laranjas, indicando, assim, o ajuste feito pelo intérprete.

Após o processo de identificação e delimitação, procede-se à validação dos alvos delimitados. Essa etapa foi executada a partir do conhecimento prévio, por parte dos especialistas envolvidos no processo, das características geomorfológicas e vegetativas, com também do uso

da terra no Pantanal. Quando havia imagens de alta resolução disponibilizadas gratuitamente pelo INPE (HRC CBERS2B) e pelo Google Earth (Figura 2.7), também eram utilizadas para auxiliar esse processo.

Desse modo, eliminam-se as interpretações equivocadas, principalmente, no tocante aos alvos de áreas de pastagens naturais, de substratos rochosos associados a relevos acidentados com pouca cobertura vegetal, entre outros elementos naturais que apresentam aspectos similares às respostas espectrais de áreas antropizadas.

### 3. RESULTADOS

A partir da delimitação/quantificação das áreas antropizadas, foram elaborados mapas, efetuados cálculos e algumas estatísticas de forma a estabelecer, identificar e visualizar espacialmente a distribuição da supressão da vegetação do Bioma nos estados e nos municípios. Assim sendo, verifica-se na figura 3.1 a distribuição dos remanescentes florestais e respectivos desmatamentos até ano de 2008.

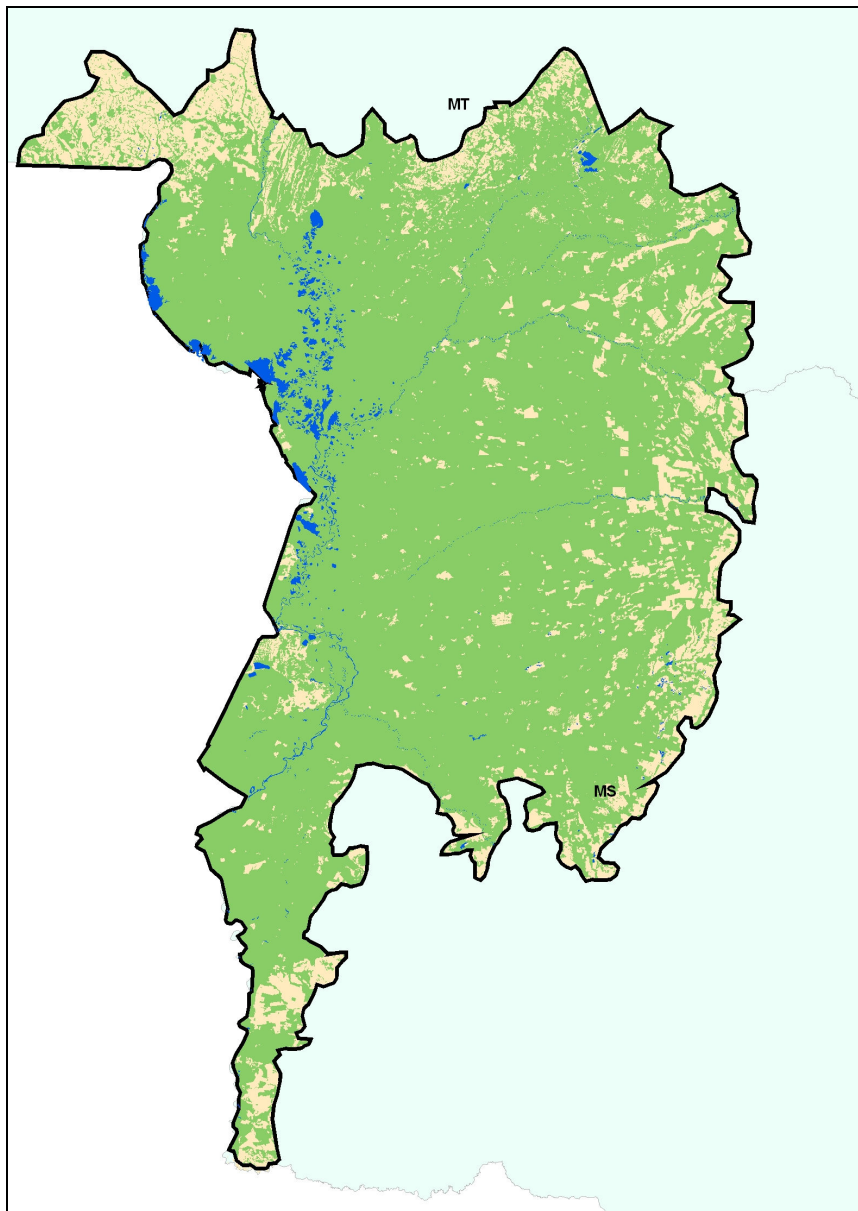


Figura 3.1 – Mapa do bioma Pantanal, contendo a distribuição espacial das áreas com vegetação (verde), desmatamento acumulado até 2008 (marrom) e corpos d'água (azul).

Destaca-se a área dos remanescentes de vegetação do Pantanal. Este, em 2002, com o refinamento da escala e da área mínima de detecção, era de 86,06% e, em 2008, observa-se uma diminuição para 83,14%. Todas essas estatísticas foram baseadas na área total do bioma que é



151.313km<sup>2</sup> calculados a partir do “software” supracitado (figura 3.2 e tabela 3.1).

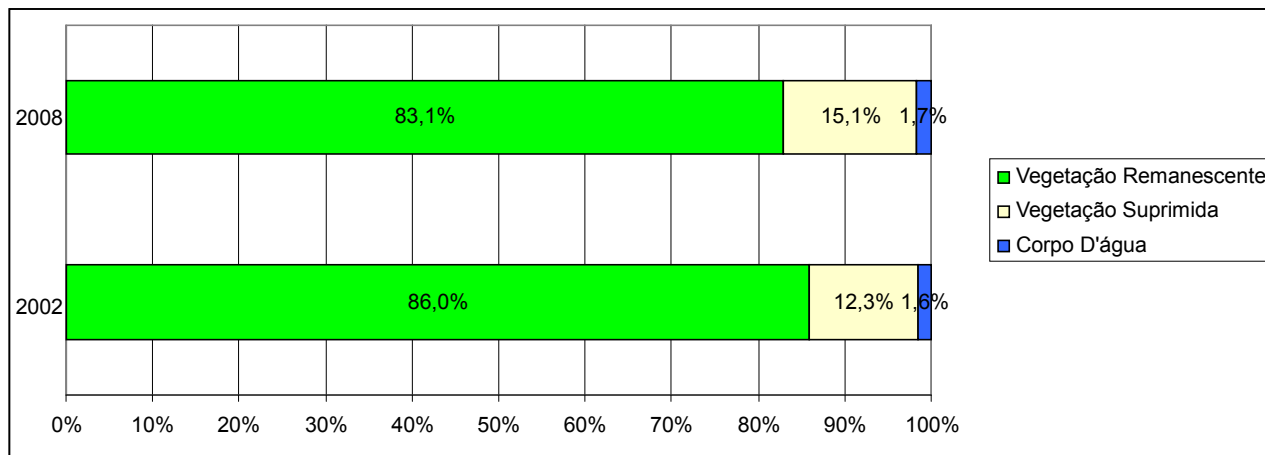


Figura 3.2 – Caracterização do Pantanal até os anos de 2002 e 2008, tendo como referência a área total do bioma – 151.313km<sup>2</sup>.

Nesse sentido, em números absolutos, o Pantanal teve sua cobertura vegetal original e secundária reduzida de 130.212km<sup>2</sup> para 125.800km<sup>2</sup>. Portanto, o bioma sofreu uma perda aproximada de 3% entre 2002 e 2008.

No tocante ao desmatamento, o Pantanal teve sua cobertura vegetal nativa suprimida, entre 2002 e 2008, em 4279km<sup>2</sup>, o que representa uma taxa anual média nesses seis anos de aproximadamente 713km<sup>2</sup>/ano (Tabela 3.1). Desta forma, significa que o Pantanal perdeu, em média, 0,47% de sua cobertura vegetal nativa por ano no período analisado.

Por fim, é importante destacar que os resultados obtidos são constantemente revisados e atualizados.

**Tabela 3.1** – Estimativa preliminar do desmatamento ocorrido no Pantanal até o ano de 2002 e entre os anos de 2002 e 2008, tendo como referência a área total do bioma – 151.313km<sup>2</sup>.

	Até 2002 (%)	Até 2008 (%)
<b>Áreas desmatadas</b>	<b>12,35</b>	<b>15,18</b>
<b>Vegetação remanescente</b>	<b>86,05</b>	<b>83,14</b>
<b>Corpos d'água</b>	<b>1,59</b>	<b>1,68</b>

A distribuição de tais polígonos de áreas desmatadas ensejou uma análise mais aprofundada, de modo que foi possível dimensionar a ocorrência das ações antrópicas por unidades espaciais importantes às ações de gestão e controle ambiental por parte do MMA e Ibama.

A análise da distribuição dos polígonos por municípios, em área absoluta, por exemplo, identificou que Corumbá foi o município que mais sofreu supressão da cobertura vegetal nativa do Pantanal entre 2002 e 2008, seguido de Aquidauana. A figura 3.3 ilustra a distribuição espacial da

supressão ocorrida naquele período, sendo possível verificar a concentração e distribuição no município supracitado. Por outro lado, Corumbá é o município que possui maior percentual de remanescente do bioma Pantanal, conforme pode ser observado nas tabelas a seguir (tabela 3.4).

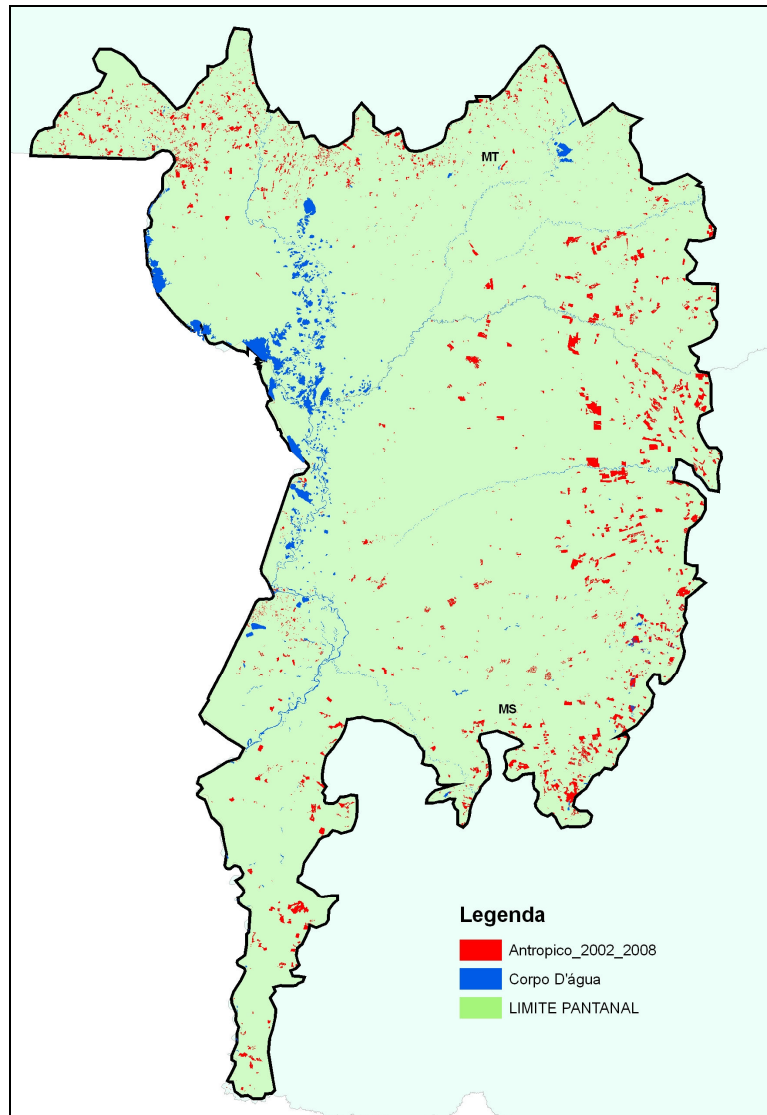


Figura 3.3 – Distribuição espacial da área antropizada no Pantanal entre os anos de 2002 e 2008.

**Tabela 3.2** - Situação do grau de antropismo por estado entre 2002 e 2008, tendo como referência a área total original do Pantanal.

UF	Área do Pantanal (km <sup>2</sup> )	Área antropizada antes de 2002 (KM <sup>2</sup> )	Área antropizada entre 2002 e 2008 (km <sup>2</sup> )	% do bioma antropizado entre 2002 e 2008
MT	60.831	9.989	1.495	2,46%
MS	89.826	8.702	2.784	3,10%

**Tabela 3.3** - Percentual de remanescente por estado em 2008, tendo como referência a área original do Pantanal em cada estado.

UF	Pantanal total no estado(km <sup>2</sup> )	Remanescente 2002 (km <sup>2</sup> )	Remanescente 2008 (km <sup>2</sup> )	% de remanescente do Pantanal na UF em 2008
MT	60.831	49010	47514	78,0%
MS	89.826	80178	77388	86,1%

A tabela 3.4 mostra a relação dos municípios que tiveram a vegetação remanescente suprimida por atividades antrópicas entre os anos 2002 a 2008.

**Tabela 3.4.** Municípios (20) que mais sofreram desmatamento entre o período de 2002 a 2008, tendo como referência a área total original do Pantanal em cada município.

MUNICÍPIO	UF	ÁREA DESMATADA ate 2002 - VETOR(KM2)	ÁREA DESMATADA NO PERÍODO 2002-2008 (KM2)	ÁREA MUNICÍPIO NO PANTANAL (KM2)	% MUNIC DESMATADO TOTAL	% MUNIC DESMATADO NO PERÍODO 2002-2008
Corumbá	MS	2818,53	1354,27	62958,04	6,63%	2,15%
Aquidauana	MS	1801,10	686,77	13341,19	18,65%	5,15%
Cáceres	MT	3832,69	633,04	20573,75	21,71%	3,08%
Santo Antônio do Leverger	MT	1647,93	274,03	7573,15	25,38%	3,62%
Rio Verde de Mato Grosso	MS	1189,47	231,94	3524,67	40,33%	6,58%
Porto Murtinho	MS	1740,85	223,18	5484,32	35,81%	4,07%
Barão de Melgabo	MT	569,74	222,38	11180,26	7,09%	1,99%
Poconé	MT	1188,60	130,95	14575,43	9,05%	0,90%
Porto Esperidião	MT	1530,22	100,97	2396,84	68,06%	4,21%
Sonora	MS	134,03	90,75	404,81	55,53%	22,42%
Coxim	MS	382,65	89,88	1291,91	36,58%	6,96%
Miranda	MS	450,45	81,85	2367,38	22,48%	3,46%
Nossa Senhora do Livramento	MT	387,73	59,62	1759,31	25,43%	3,39%
Itiquira	MT	226,06	50,89	1959,92	14,13%	2,60%
Ladário	MS	104,11	15,77	340,81	35,18%	4,63%
Bodoquena	MS	49,33	7,10	67,80	83,23%	10,47%
Glória D'Oeste	MT	80,78	6,84	119,88	73,10%	5,71%
Cuiabá	MT	91,33	5,47	145,88	66,36%	3,75%
Mirassol d'Oeste	MT	176,36	5,42	225,17	80,73%	2,41%
Curvelândia	MT	221,07	4,03	248,45	90,60%	1,62%
Corguinho	MS	3,55	2,34	5,92	99,56%	39,52%
Juscimeira	MT	0,31	1,60	16,44	11,57%	9,72%
Rio Negro	MS	28,72	0,51	40,07	72,94%	1,28%
Figueirópolis D'Oeste	MT	26,49	0,00	30,29	87,45%	0,00%
Lambari D'Oeste	MT	0,10	0,00	1,46	6,96%	0,00%
Várzea Grande	MT	9,77	0,00	17,99	54,29%	0,00%

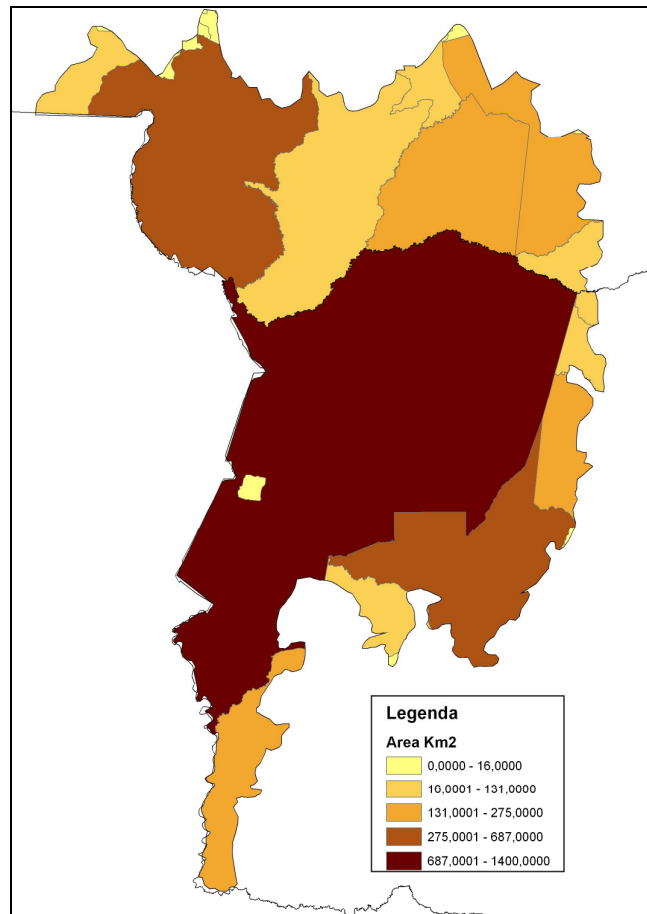


Figura 3.4 – Distribuição espacial de vegetação nativa suprimida por município entre 2002 e 2008.

Analisando a figura 3.3 de supressão da vegetação nativa absoluta entre 2002 e 2008, pode-se observar que os polígonos de desmatamento estão mais concentrados na parte mais elevada e ao norte do bioma onde tem a ocorrência da pecuária. Na parte da planície pantaneira está mais conservada, mas podemos identificar alguns polígonos nessa região indicando o aumento de desmatamento nessas áreas.

Outro ponto interessante de ser analisado são que os 3 primeiros municípios na tabela representam aproximadamente 63% da supressão da vegetação no bioma, porém observa-se que eles representam 65% da área do bioma.

Mais exemplos de análises diferenciadas são por unidades de conservação e terras indígenas as quais seguem em no Anexo I respectivas tabelas.

## 4. VALIDAÇÃO DO MONITORAMENTO DO DESMATAMENTO NO PANTANAL

Foram utilizados 50 pontos de controle, gerados aleatoriamente pela extensão “Hawths Tools 3 for ArcGIS”. Tais pontos são referentes a 50 polígonos de regiões pré-definidas como desmatadas pelos técnicos do CSR/Ibama. Esses pontos, ainda, localizam-se aleatoriamente dentro dos limites dos respectivos polígonos de desmatamentos. Desse modo, os pontos não representariam centróides de seus respectivos polígonos, pois a geração de centróides, por vezes, não resulta em pontos localizados dentro do polígono, visto que o centróide não se relaciona com o espaço físico da poligonal, mas sim com um retângulo imaginário que o envolve, a partir de seus vértices das linhas mais extremas - leste/oeste e norte/sul.

Os polígonos utilizados para obtenção dos pontos de controle representam desmatamentos ocorridos entre 2002 e 2008. Assim sendo, os pontos foram distribuídos pelo supracitado “plug-in”, conforme Figura 3.5, representando 50 (cinquenta) polígonos do período “2002-2008”.

### Primeira Análise

Definiu-se, de início, observar se os polígonos delineados eram desmatamentos VERDADEIROS ou FALSOS. Dessa forma, foram encontrados 43 (quarenta e três) pontos/polígonos de hipótese VERDADEIRA e 7 (oito) de hipótese FALSA, o que representa 86% de acerto neste quesito. A Figura 3.5 apresenta a localização dos referidos pontos e respectivas hipóteses.

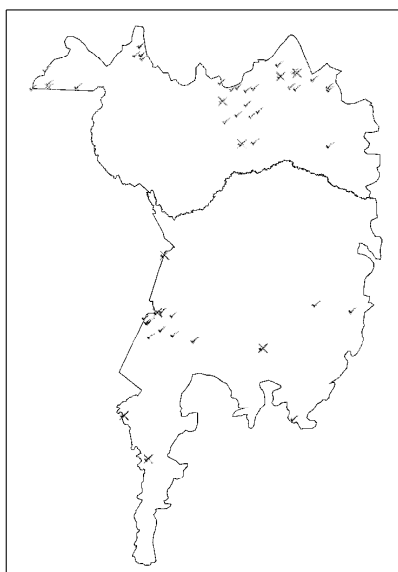


Figura 3.5 – Distribuição dos pontos definidos na primeira análise como VERDADEIROS E FALSOS: “checks” e “X”, respectivamente.

Para a checagem dos dados, foram utilizadas as imagens TM Landsat 5 e 7, utilizadas no monitoramento, bem como aquelas disponibilizadas, de alta resolução, pelo “software” Google Earth.

No tocante aos pontos “falsos”, ressalta-se que 5 (cinco) polígonos não representavam supressão da vegetação para uso antrópico. Os demais são referentes a áreas que sofreram algum tipo de intervenção natural ou humana, no entanto, que apresentavam, em 2008, cobertura vegetal não antrópica/secundária/em processo de regeneração. Cabe ressaltar, ademais, que os desmatamentos são visualizados, num primeiro estágio, a partir das imagens de 2008. Mesmo que o polígono tenha sido datado com o período de “<=2002”, e que esteja adequado para aquele ano, o mesmo polígono não deveria ser delineado pelo técnico, caso apresentasse aspecto de recuperação/regeneração em 2008. Entretanto, mesmo que tal interpretação esteja incorreta, conforme a metodologia preconizada pelo Projeto, seria coerente considerar que, dos 50 pontos, 5 polígonos, efetivamente, não representaram aspectos de ações antrópicas, o que permite considerar um índice de 88% de acerto por parte dos consultores do CSR.

## **Segunda Análise**

A segunda análise buscou verificar os períodos mais adequados a ocorrência dos desmatamentos encontrados. Desse modo, utilizaram-se somente os pontos que foram identificados como desmatamentos VERDADEIROS. Portanto, a amostragem reduziu para 42 pontos, pois os demais não seriam amostras de desmatamentos, conforme concepção do Projeto.

Assim sendo, foi possível verificar que dos 42 (quarenta e dois) pontos datados com o período “2002-2008”, 40 (quarenta) foram VERDADEIROS. Portanto, de todos os 42 polígonos, 40 (quarenta) estavam datados adequadamente, representando 95% de acerto.

## **Conclusões**

Ante os resultados aqui ilustrados, verifica-se que para um primeiro estágio, o monitoramento do Pantanal foi bastante satisfatório, cabendo destacar, ainda, que no próximo período de monitoramento (2008-2009) serão efetuados, além da detecção dos desmatamentos que por ventura ocorreram entre 2008 e 2009, as correções dos equívocos aqui apresentados, bem como os acréscimos de polígonos de desmatamentos ocorridos nos períodos “até 2002” e “2002-2008”, os quais, todavia, foram omitidos nesta fase do Projeto. Cabe ressaltar que será utilizado um número maior de amostras para uma melhor avaliação do trabalho feito pelos intérpretes.

Este processo fará parte de uma constante melhoria e confiabilidade do presente trabalho, o qual é bastante aplicado em renomados projetos, tais como, PRODES e DETER, executados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE para o Bioma Amazônia.

## 5. DISPONIBILIZAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados do monitoramento estão estruturados em banco de dados geográfico, de maneira que o público em geral poderá visualizá-los e os obter por meio do sítio “<http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/pantanal>”.

Neste endereço será possível fazer o “download” dos polígonos de desmatamento por quadrículas referentes às cartas 1:250.000 do IBGE, bem como as imagens de satélites utilizadas para a elaboração do trabalho, a partir de serviços de mapas confeccionados em GeoServer e ArcServer (Figuras 5.1, 5.2 e 5.3). Ademais, neste mesmo sítio, é possível visualizar as estatísticas aqui apresentadas e outras análises relevantes que virão ocorrer.



Figura 5.1 – Ambiente GeoServer para navegação e acesso aos dados vetoriais.



Figura 5.2 – Ambiente ESRI ArcServer para navegação e acesso aos dados vetoriais.

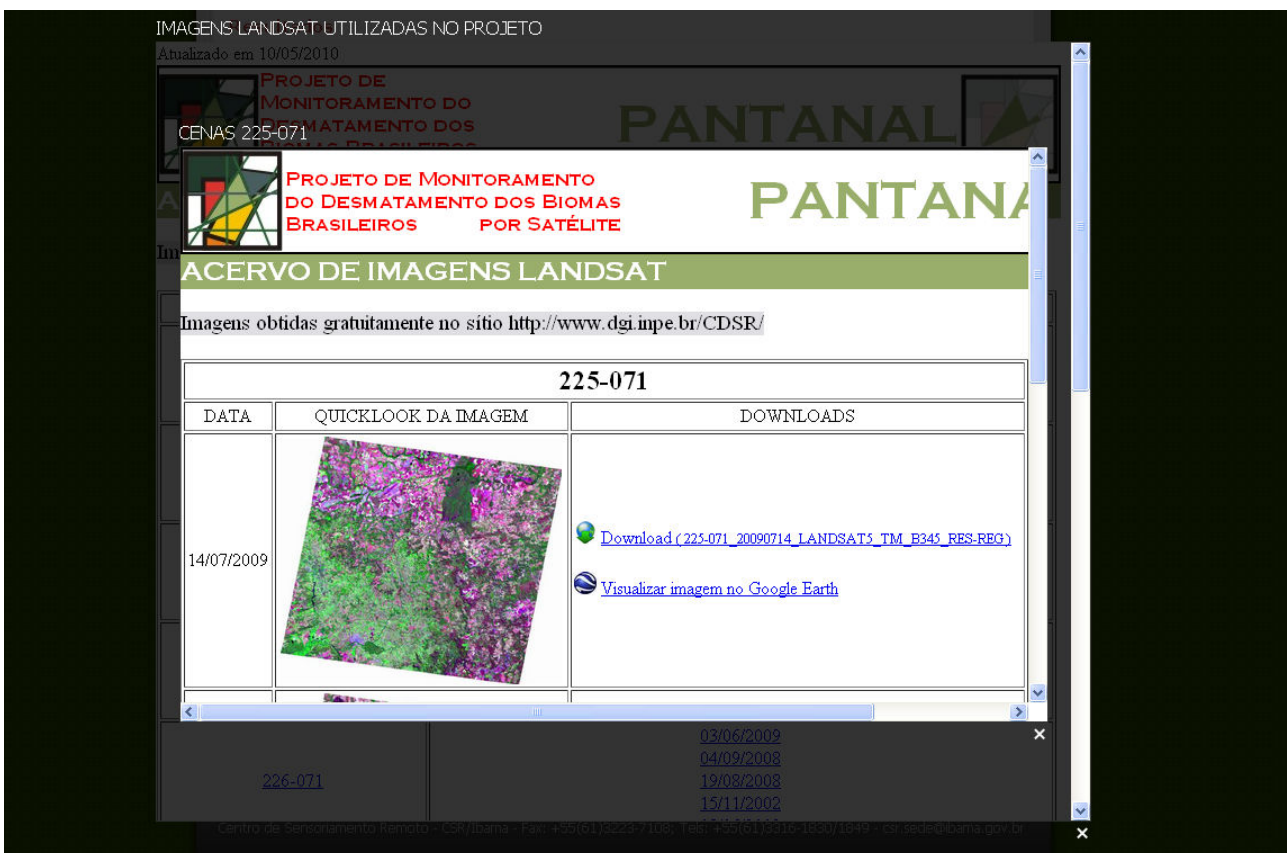


Figura 5.3 – Ambiente para “download” de imagens de satélites utilizadas no monitoramento do desmatamento do Pantanal.



## 6. CONCLUSÕES

Tendo em vista o grande volume de dados gerados por este trabalho, verifica-se que alguns ajustes deverão ser efetuados. Todavia, tal validação não influenciará no total percentual do desmatamento ocorrido no bioma Pantanal.

Importante frisar, igualmente, que no sítio deste Projeto os dados serão disponibilizados e atualizados quando de uma revisão final consistida, baseada numa validação a partir de amostras previamente conhecidas em campo, gerando-se uma matriz de erros/confusão e, por conseguinte, elaborando-se cálculos de índices de exatidão das informações geradas.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Implementação de práticas de gerenciamento integrado de bacia hidrográfica para o Pantanal e a Bacia do Alto Paraguai: programas de ações estratégicas para o gerenciamento integrado do pantanal e Bacia do Alto Paraguai. GEF. Relatório Final. Brasília: Athalaia Gráfica e Editora, 2004, 513 p.
- Alho, C. J. R. Conservação da Biodiversidade da Bacia do Alto Paraguai. Campo Grande: Editora Uniderp, 2003. 420p.
- Alho, C. J. R, Lacher Jr., T. E. e Gonçalves, H. C. Environmental degradation in the Pantanal ecosystem of Brazil. *BioScience*, Nº 38: p. 164 -171, 1988.
- Almeida, N.N.; SILVEIRA, E.A.; BARROS, L.T.L.P. Mapa de vegetação e uso do solo da região de Poconé, MT: I - descrição das unidades. Disponível no Site: <http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congresso/ABIOTICOS/ALMEIDA-055.pdf>. 18p.
- Barella, W.; Petrere Jr., M.; Smith, W. S.; Montag, L. F. A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. (Ed.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: Edusp, 2001. p. 187-207.
- Galdino, S. Vieira, L.M. Soriano, B. M. A . Erosão na Bacia do Alto Taquari. Documento 52, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Mato Grosso, 2003. ISSN 15171981. ADM – Artigo de Divulgação na Mídia,. Disponível em <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC52.pdf>> acesso em 11/08/2009.
- HASS, A. Efeitos da criação da UHE Serra da Mesa (Goiás) sobre a comunidade de aves. Tese de doutorado. Curso de Ecologia, Universidade de Campinas, Campinas, 2002.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa de biomas e vegetação. 2004. disponível em <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_impresao.php?id\\_noticia=169](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impresao.php?id_noticia=169)>. Acesso em 07/02/2010.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 1995-1996: número 24. Mato Grosso. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. 231p.
- Junk, W. J. Áreas inundáveis: um desafio para limnologia. *Acta Amazônica*, v. 10, n. 4, p. 775-795, 1980
- MACHADO, R.B. A fragmentação do Cerrado e efeitos sobre a avifauna na região de Brasília-DF. Tese de doutorado. Curso de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2000. 163 pp.
- MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso

Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização Portaria MMA N 09, de 23 de janeiro de 2007. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. 328 p.

PROBIO – Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira. Levantamento dos remanescentes da cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/portabio>> Acesso em maio de 2010.

Mota, S. Planejamento Urbano e Preservação Ambiental. Fortaleza: Edições UFC, 1981. 242 p.

Rizzini, C. T. Coimbra-Filho, A. F. e Houaiss, 1988. Ecossistemas brasileiros. São Paulo: Editora Index. 200p.

Santos, J.R. Avanços das pesquisas e aplicações de sensoriamento remoto no monitoramento da paisagem: contribuições aos estudos do Pantanal. Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 1, 2006, Anais... Campo Grande, Brasil, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2006, p.675-683.

WWF – WORLD WILDLIFE FUND. Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia do Alto Paraguai, 2010. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/informacoes/biblioteca/?25181/Monitoramento-das-alteracoes-da-cobertura-vegetal-e-uso-do-solo-na-Bacia-do-Alto-Paraguai>. Acesso em 04/06/2010.

# ANEXO 1

**Tabela 1.** Distribuição de áreas antrópicas por tipo de unidades de conservação.

Unidade de conservação*	Jurisdição	Uso*	Área desmatada antes 2002(km2)	Área desmatada 2002-2008 (km2)
APA do Pontal dos Rios Itiquira e Correntes	Municipal	US	190,55	31,84
MN Morro de Santo Antônio	Estadual	PI	0,06	0,22
PE Encontro das águas	Estadual	PI	8,75	1,63
PE Guirá	Estadual	PI	4,13	0,52
PE Pantanal do Rio Negro	Estadual	PI	6,63	0,45
PN do Pantanal Matogrossense	Federal	PI	0,02	0,00
PNM Piraputangas	Municipal	PI	0,50	0,16
<b>TOTAL</b>			<b>210,65</b>	<b>34,82</b>

**Tabela 3 –** Desmatamento dentro das Terras Indígenas, TI, no Bioma Caatinga ate 2008.

Terra Indígena	Antropismo anterior a 2002 (km2)	Antropismo entre 2002-2008 (km2)	Área terra indígena no bioma (km2)	% desmatado na TI entre 2002-2008	% antropismo total na TI
Baia do Guató	0,94	0,11	191,79	0,06%	0,55%
Cachoeirinha	64,19	38,76	234,60	16,52%	43,88%
Guató	0,25	0,60	106,45	0,56%	0,80%
Kadiwéu	128,64	69,35	1540,14	4,50%	12,86%
Perigara	0,21	0,00	108,06	0,00%	0,19%
Taunay-Ipegue	88,85	11,43	231,86	4,93%	43,25%
<b>TOTAL</b>		<b>120,71</b>	<b>2615,10</b>		

**Tabela 4.** Lista de imagens utilizadas seguindo o padrão órbita-ponta\_anomesdia\_satelite\_sensor.

IMAGENS 2002	IMAGENS 2008
225-071_20020905_LANDSAT7_ETM	225-071_20080727_LANDSAT5_TM
225-072_20021108_LANDSAT7_ETM	225-071_20080812_LANDSAT5_TM
225-073_20020804_LANDSAT7_ETM	225-072_20080812_LANDSAT5_TM
225-074_20020804_LANDSAT7_ETM	225-072_20080828_LANDSAT5_TM
226-071_20020608_LANDSAT7_ETM	225-073_20080422_LANDSAT5_TM
226-071_20021115_LANDSAT7_ETM	225-073_20080929_LANDSAT5_TM
226-072_20020928_LANDSAT7_ETM	225-074_20080305_LANDSAT5_TM
226-073_20020928_LANDSAT7_ETM	225-074_20080406_LANDSAT5_TM
226-074_20020928_LANDSAT7_ETM	226-071_20080819_LANDSAT5_TM
226-075_20020928_LANDSAT7_ETM	226-071_20080904_LANDSAT5_TM
226-076_20020928_LANDSAT7_ETM	226-072_20080515_LANDSAT5_TM
227-071_20020717_LANDSAT7_ETM	226-072_20080819_LANDSAT5_TM
227-072_20020701_LANDSAT7_ETM	226-073_20080819_LANDSAT5_TM
227-073_20020919_LANDSAT7_ETM	226-074_20080819_LANDSAT5_TM
227-074_20020818_LANDSAT7_ETM	226-074_20081123_LANDSAT5_TM
227-075_20020818_LANDSAT7_ETM	226-075_20080819_LANDSAT5_TM
228-071_20020926_LANDSAT7_ETM	226-075_20080904_LANDSAT5_TM
228-072_20020926_LANDSAT7_ETM	227-071_20080506_LANDSAT5_TM
	227-071_20080810_LANDSAT5_TM
	227-072_20080810_LANDSAT5_TM
	227-073_20080506_LANDSAT5_TM
	227-074_20080506_LANDSAT5_TM
	227-075_20080826_LANDSAT5_TM
	228-071_20080817_LANDSAT5_TM

**Tabela 5.** Lista de imagens do satélite CBERS utilizadas.

PASSAGEM	DATA	SENSOR
151-113	06/07/2008	CCD
151-115	06/07/2008	CCD
151-116	15/05/2008	CCD
151-116	15/05/2008	CCD
151-117	15/05/2008	CCD
152-103	06/07/2008	CCD
152-103	29/07/2008	CCD
152-104	29/07/2008	CCD
152-105	07/06/2008	CCD
152-106	07/06/2008	CCD
152-106	07/06/2008	CCD
152-107	07/06/2008	CCD
152-107	21/08/2008	CCD
152-108	30/06/2008	CCD
152-108	26/07/2008	CCD
152-109	26/07/2008	CCD
152-109	26/07/2008	CCD
152-110	26/07/2008	CCD
152-110	26/07/2008	CCD
152-111	26/07/2008	CCD

152-111	26/07/2008	CCD
152-112	06/05/2008	CCD
152-112	23/07/2008	CCD
152-113	06/05/2008	CCD
152-113	06/05/2008	CCD
152-114	06/05/2008	CCD
152-114	06/05/2008	CCD
152-115	07/04/2008	CCD
152-115	07/04/2008	CCD
152-116	20/07/2008	CCD
152-117	26/05/2008	CCD

\*Siglas:

APA – Área de Proteção Ambiental;  
 PE – Parque Estadual  
 PN – Parque Nacional  
 PI – Proteção Integral.  
 MN – Monumento Natural;  
 US – Uso Sustentável;

