

MONITORAMENTO DA VEGETAÇÃO DO ESTADO DO MATO GROSSO ATRAVÉS DA INTEGRAÇÃO DE MAPAS PROVENIENTES DE IMAGENS TM E MODIS

André LIMA¹

Yosio Edemir SHIMABUKURO¹

Liana Oighenstein ANDERSON²

José Marcelo Domingues TOREZAN³

Bernardo Friedrich Theodor RUDORFF¹

Rodrigo RIZZI¹

Resumo

Este trabalho tem como finalidade relatar as mudanças de cobertura da terra ocorridas de 2002 a 2004 no Estado do Mato Grosso. A metodologia utilizada integra os mapeamentos de áreas antropizadas advindos dos sensores TM e MODIS ao mapa de cobertura primitiva, elaborado pelo projeto RADAMBRASIL (1980). Os resultados mostraram que as formações vegetais Contato Fl. Ombrófila/Floresta Estacional e Fl. Estacional tiveram taxas de conversão anuais próximas a 15%. Também foi quantificada a expansão da classe Área Antropizada-II (representada por áreas agrícolas – principalmente áreas de soja), que apresentou cerca de 30% (1,2 milhões de ha) de aumento. Estes resultados confirmam o andamento de um processo de mudança de cobertura caracterizado por conversões de grandes áreas de formações vegetais para áreas antropizadas em curto lapso de tempo. Este padrão de conversão suscita a rápida elaboração e implementação de políticas de conservação que sejam capazes de proteger a diversidade biológica do Estado do Mato Grosso.

Palavras-Chave: Mapeamento da cobertura da terra. Mudança de cobertura. Sensoriamento remoto. SIG.

Abstract

Monitoring of vegetation formations of Mato Grosso State by integrating maps obtained from TM and MODIS images

The objective of this paper is to show the land cover changes observed in Mato Grosso State during 2002 to 2004. Methods were based on integration of TM and MODIS-based land cover maps with a 1:250,000 original vegetation cover map produced by RADAMBRASIL (1980) project. Results showed that Rainforest-to-Seasonal Forest ecotone and Seasonal Forest had an annual conversion rate near of 15%. Another important result is that the class Área Antropizada-II (represented by agricultural area - mainly soybean crop) increased by almost 30% (1.2 millions ha). These results confirm the presence of land cover process characterized by conversions of large areas of vegetations formations to anthropic areas in a short time. This conversion pattern evidences the urge for immediate environmental conservation plans and actions.

Key words: Land cover mapping. Land cover change. Remote sensing. GIS.

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE): Av. dos Astronautas, 1.758, 12227-010, São José dos Campos - SP, Fone: +55 (12) 3945-6908, Fax: +55 (12) 3945-6449, e-mail: {andre, yosio, bernardo, rizzi}@dsr.inpe.br

² University of Oxford, Oxford University Centre for the Environment, OX1 3QY, UK, e-mail: lander@ouce.ox.ac.uk

³ Universidade Estadual de Londrina, Laboratório de Biodiversidade e Restauração de Ecossistemas, Londrina - PR, Fone: +55 (43) 3371-4509, e-mail: torezan@uel.br

INTRODUÇÃO

Vastas áreas desflorestadas, rápidas conversões da cobertura natural para sistemas agropecuário, crescimento populacional e altas taxas de urbanização ameaçam a conservação dos ecossistemas nos trópicos. Na Amazônia, estima-se que cerca de 250.000km² de florestas foram derrubadas entre 1990 e 2003 (LAURANCE et al., 2004). O bioma Cerrado encontra-se em situação ainda mais preocupante, já em 1998 era citado como o décimo segundo *hot-spot* do globo terrestre (MITTERMEIER et al. 1998).

Com a efetivação do processo de ocupação das regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil, sob a égide desenvolvimentista pós-golpe militar de 1964, iniciou-se um intenso processo de conversão da Floresta Amazônica e do Cerrado em sistemas agro-pastoris (PASSOS, 1998). Deste período até os dias atuais tais regiões passaram de áreas poucos povoadas de agricultura de subsistência para centros de atração de migrantes de outras regiões à procura de terras para produção de *commodities* agrícola. Foi um processo rápido que coincidiu com a modernização da agricultura brasileira (HOGAN, 2002).

Durante as décadas de 70 e 80, o desflorestamento da floresta Amazônica foi intensificado (FEARNSIDE, 1987) e até os dias atuais esse processo persiste (INPE/PRODES, 2005). Bierregard et al. (1992) salientam que as extensas áreas de floresta madura, transformadas em mosaicos de pastagens e fragmentos florestais na Amazônia, ocasionam graves ameaças à biodiversidade. A literatura especializada menciona outras implicações da fragmentação, como: mudanças no ciclo hidrológico regional, no ciclo global do carbono, nas taxas de evapotranspiração, aumento da probabilidade de fogo, entre outras (UHL et al., 1988; UHL; KAUFFMAN, 1990; NOBRE et al., 1991; WRIGHT et al., 1992; NEPSTAD et al., 1994; VITOUSEK, 1994).

Com relação ao Cerrado, estimativas mais severas indicam que menos de 20% de sua área primitiva pode ser considerada vegetação original (MITTERMEIER et al, 2001; WWF-Brasil, 2000). O Cerrado é considerado uma fonte de diversidade biológica, ostentando a presença estimada de 160.000 espécies de plantas, mamíferos, fungos e notável diversidade de flora, apresentando alto endemismo de angiospermas (ALHO 1981; SILBERBAUER; GOTTSBERGER; GOTTSBERGER, 1984; MERES et al. 1986; REDFORD; FONSECA, 1986; RATTER et al., 1997; MYERS et al., 2000; SILVA; BATES, 2002).

Em 2002 e 2003, a taxa de desflorestamento na Amazônia ficou em cerca de 2,4 milhões de ha por ano, um substancial aumento comparado às taxas de 2000 e 2001 que foram de aproximadamente 1,7 milhões de ha (INPE/PRODES, 2005). Conforme Laurance et al. (2004) este aumento foi provocado pela especulação imobiliária ao longo de novas rodovias e pelo crescimento da pecuária e da agroindústria, representada principalmente pela cultura da soja.

Inserido neste contexto de diversidade biológica e degradação ambiental, encontra-se o Estado do Mato Grosso. Os limites político desse Estado abrigam uma grande extensão do ecótono Floresta-Cerrado, o que lhe confere lugar estratégico nas políticas ambientais de proteção da mega-biodiversidade presente neste ambiente.

Atualmente a Amazônia Legal conta com dois programas oficiais de monitoramento da cobertura da terra, Programa de Avaliação do Desflorestamento na Amazônia Legal (PRODES) e Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER), ambos coordenados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O projeto PRODES baseia-se em imagens do sensor *Thematic Mapper* (TM) da plataforma Landsat para produzir estimativas de área desmatada anualmente. Já o sistema DETER utiliza imagens do sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS), caracterizadas por resolução temporal alta (duas imagens diárias, considerando os sensores das plataformas Terra e Aqua) e resolução espacial moderada, o que permite indicar com alta periodicidade a localização de novos desmatamentos na Amazônia.

Tanto o projeto PRODES quanto o DETER atuam no monitoramento do domínio florestal da Amazônia Legal, havendo, assim, uma lacuna no monitoramento do Cerrado, o qual ocupa grande parte do território mato-grossense.

Os mapeamentos mais recentes do Estado do Mato Grosso foram feitos por Anderson et al. (2005), Carreiras et al. (2006) e Morton et al. (2006). Os trabalhos mencionados mapearam um número reduzido de classes de vegetação, comparado ao identificado pelo projeto RADAM na escala 1:250.000 (RADAMBRASIL, 1980). Com a identificação de um número maior de classes de vegetação é possível monitorar com maior especificidade a dinâmica natural e as alterações nos ecossistemas presentes. Outra aplicação que se beneficia de mapeamentos de cobertura mais detalhados são os estudos de priorização de áreas para conservação (CAICCO; WESSELS et al., 2004; BANI et al., 2006; NAMIS et al., 2006).

Devido à falta de dados de distribuição de espécies, diversos critérios de seleção de áreas para conservação, que priorizam os locais de maior biodiversidade, têm se pautado em mapas de vegetação (NOSS e COOPERIDER, 1994). As formações vegetais naturais em áreas tropicais refletem gradientes ambientais que afetam a distribuição de espécies, incluindo geomorfologia, altitude, solos, variações sazonais (PERES, 2002). Sendo assim, fica evidente a necessidade de mapeamentos que identifiquem o maior número possível de tipos de vegetação.

Este trabalho teve como objetivo principal relatar a mudança de cobertura da terra do Estado do Mato Grosso, entre os anos de 2002 e 2004, através da integração de mapeamentos de áreas antropizadas ao mapa de cobertura primitiva, elaborado pelo projeto RADAMBRASIL (1980).

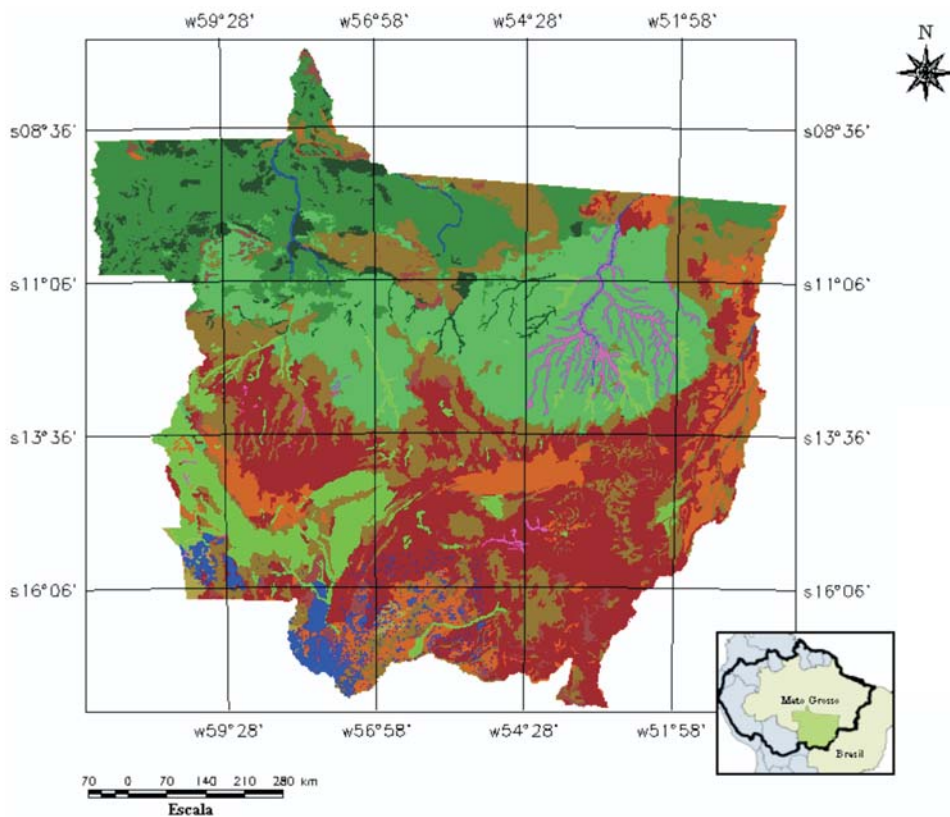
MATERIAIS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais:

Mapas: Cobertura primitiva, escala 1:250.000 (RADAMBRASIL, 1980), Figura 1; Desflorestamento produzidos pelos projetos PRODES e DETER, anos de 2002 e 2004, resoluções originais de 60 e 250 metros; Cobertura da terra, ano 2002, produzido por Anderson et al. (2005), resolução de 250 metros.

Imagens MODIS: Produto MOD 13 (composição de 16 dias), referente aos índices de vegetação EVI (*Enhanced Vegetation Index*) e NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Foram adquiridas 66 imagens entre setembro de 2003 a março de 2004 provenientes dos *Tiles* (quadrantes do sistema de localização) H11 V09, H11 V10, H12 V09, H12 V10, H13 V09, e H13 V10.

Figura 1 - Mapa de cobertura primitiva do Estado do Mato Grosso. No detalhe Localização da área de estudo



Legenda

- Savana Florestada
- Savana Arborizada
- Savana Parouca
- Fl. Ombrófila Densa
- Fl. Ombrófila Aberta
- Fl. Estacional
- Contato (Fl. Omb./Fl. Est.)
- Contato (Sav./Fl. Omb.)
- Contato (Sav./Sav. Estépica)
- Formação Pioneira
- Corpo Hídrico (Perene/Intermitente)

METODOLOGIA

Estruturação do Banco de Dados Geográficos e atualização cartográfica para o ano de 2002 e 2004

O Banco de Dados Geográfico (BDG) foi estruturado conforme os seguintes parâmetros cartográficos: projeção Lambert Conforme Cônica, datum SAD-69, latitude de origem 13° S, longitude de origem 56° W, primeira latitude 10° S e a segunda latitude 16° S. Nesse BDG foram inseridos os mapas citados, bem como as imagens do produto MOD13.

Para se avaliar as alterações que ocorreram na cobertura da terra mato-grossense, padronizaram-se as legendas dos mapas de cobertura de 2002 e de 2004 à legenda do mapa de cobertura primitiva. Esse mapa possui onze classes, sendo três classes de formações savânicas (Savana Florestada, Savana Arborizada e Savana Parque), três de formações florestais (Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta e Floresta Estacional), três áreas de contato (Contato Fl. Ombrófila/Fl. Estacional, Contato Savana/Fl Ombrófila, Contato Savana/Savana Estépica), a classe Formações Pioneiras e a classe Corpo Hídrico (corpo hídrico perene e intermitente). Aos mapas de cobertura do ano de 2002 e 2004 foram adicionadas as classes Áreas Antropizadas-I (pastagem e vegetação em sucessão inicial) e Áreas Antropizadas-II (áreas agrícolas ocupadas principalmente pela cultura de soja).

Ambos os mapas de cobertura, 2002 e 2004, foram produzidos através da justaposição das espacializações de áreas antropizadas identificadas por distintas fontes ao mapa de cobertura primitiva.

O mapa de cobertura de 2002 foi produzido através da sobreposição das informações de área antropizadas do projeto PRODES, do trabalho de ANDERSON et al. (2005) e da área de soja identificada pelo método CEI (*Crop Enhanced Index*) desenvolvido por RIZZI et al. (2006) ao mapa de cobertura original. Os dados do projeto PRODES foram utilizados para espacializar as áreas antropizadas no domínio florestal, e os dados de ANDERSON et al. (2005) para o domínio savânico, enquanto que o mapeamento da sojicultura teve como objetivo principal a qualificação do tipo de cobertura antrópica.

O mapa de cobertura de 2004 foi obtido através da atualização do mapa de 2002. No domínio florestal a atualização foi feita com dados de desmatamento do DETER, acumulados até agosto de 2004. Para a atualização do domínio savânico assumiu-se que a conversão "savana-soja" foi a mudança preponderante ocorrida neste bioma durante os anos analisados, fato relatado por Morton et al. (2006). Sendo assim, mapeou-se a área de cultura da soja nas safras 2002/2003 e 2003/2004 pelo método CEI atualizando-se, desta forma, o mapa de cobertura de 2002 para o ano de 2004.

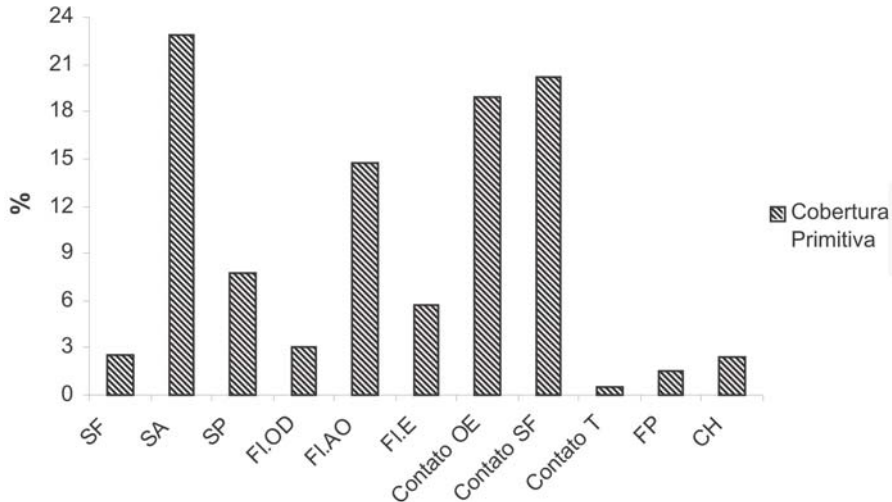
Para o mapeamento da cultura da soja pelo método CEI foram usadas imagens EVI-MOD13 datadas entre setembro e março, período do calendário agrícola da cultura da soja no Estado, nos anos/safras mencionados. Os mapas produzidos pelo método CEI são resultados da diferença entre o valor máximo e mínimo de EVI dos pixels das imagens no período do plantio de soja. Considerando o comportamento do EVI das principais classes de cobertura da paisagem mato-grossense no período estabelecido (floresta, savana, pastagem, soja), os pixels da cultura da soja apresentam gradiente de variação significativamente maior que os das demais classes; tornando-os facilmente identificáveis como áreas de soja.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o mapa de cobertura primitiva do Mato Grosso, as formações vegetais com maior representação no Estado foram; a Savana Arborizada (AS), a qual ocupava originalmente 23% do Estado, e as classes Contato Floresta Ombrófila – Floresta Estacional (Con-

tato OE) e Contato Savana-Floresta Ombrófila; que somadas, cobriam aproximadamente 40% do Estado (Figura 2, Tabela 1). Esses dois ambientes de Ecótonos são caracterizados pela presença de alta biodiversidade que, somada a tamanha representação, torna o Mato Grosso área prioritária para o estabelecimento de mecanismos de conservação ambiental.

Figura 2 - Representação das classes de cobertura original do Estado do Mato Grosso



Legenda: Savana Florestada (SF), Savana Arborizada (AS), Savana Parque (SP), Floresta Ombrófila Densa (FOD), Floresta Ombrófila Aberta (FOA), Floresta Estacional (FE), Contato Floresta Ombrófila/Floresta Estacional (Contato OE), Contato Savana/Savana Estépica, Formação Pioneira (FP), Corpo Hídrico (CH).

Os resultados de representação primitiva da cobertura natural também são mostrados agrupados em três grandes ecossistemas: Savana, Floresta e Ecótono. Estes ocupavam as seguintes proporções do território mato-grossense: Savana, 33%; Floresta, 25%; e Ecótono, 40% (Tabela 2).

Ao se comparar os dados de cobertura de 2002 com os dados da cobertura primitiva observa-se que algumas formações vegetais perderam acima de 50% de sua área original, caso da Savana Arborizada (AS) e da Floresta Estacional (FE). Por outro lado, os resultados mostram que certas formações como as Formações Pioneiras (FP) e a Savana Parque (SP) sofreram conversões próximas de 10 e 5%, respectivamente (Figura 3). A baixa proporção de conversão destas duas classes, comparada à conversão das demais classes, deve-se no caso da FP ao fato de que grande parte desta formação encontrar-se protegida no interior do Parque Indígena do Xingu; e em relação à classe SP, a baixa conversão pode ter sido ocasionada por um processo de "conversão parcial". Em áreas de SP é comum a implantação de pastagens com a substituição do estrato herbáceo-arbustivo por gramíneas exóticas, sem necessariamente reduzir a densidade das árvores, que já permitem o crescimento de gramíneas naturalmente. Tornando difícil a discriminação remota de áreas de SP alteradas das que permaneceram em seu estado original.

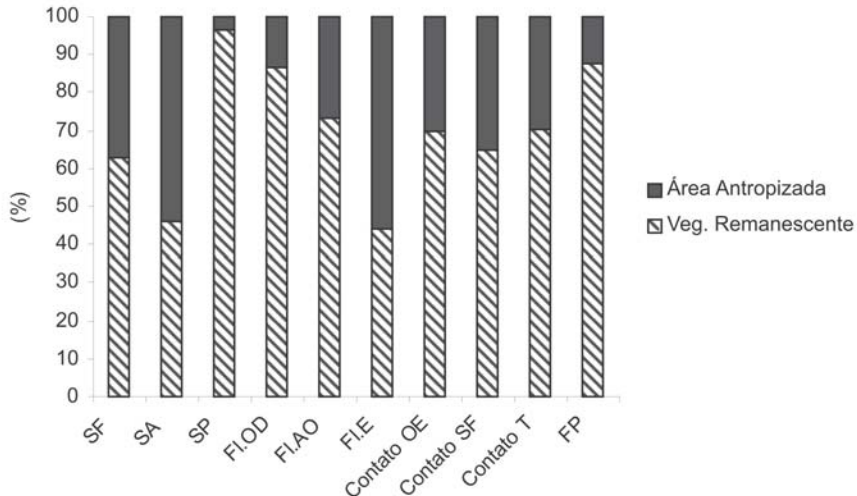
Tabela 1 - Representação das formações vegetais e porcentagem de conversão

Formações	Formações (Siglas)	Vegetação Primitiva (ha)	Cobertura 2002 (ha)	Cobertura 2004 (ha)	Perda de Cobertura Cob. Prim. / 2002 (ha)	Perda de Cobertura 2002 / 2004 (ha)	Taxa de Perda de Cobertura Anual 2002/2004 (%)
Savana Florestada	SF	2.245.988	1.412.913	1.297.975	833.075	114.938	4,3
Savana Arborizada	SA	20.623.640	9.479.413	8.621.919	11.144.228	857.494	4,9
Savana Parque	SP	6.952.569	6.698.875	6.592.200	253.694	106.675	0,8
Fl. Ombrófila Densa	Fl.OD	2.719.169	2.353.875	2.065.563	365.294	288.313	6,8
Fl. Ombrófila Aberta	Fl.AO	13.356.175	9.763.944	8.364.613	3.592.231	1.399.331	8,0
Floresta Estacional	Fl.E	5.206.900	2.305.156	1.816.931	2.901.744	488.225	12,6
Contato OE (Fl. Ombrófila-Fl. Estacional)	Contato OE	17.058.824	11.914.919	8.936.000	5.143.905	2.978.919	15,5
Contato SF (Savana-Fl Ombrófila)	Contato SF	18.235.376	11.808.413	10.118.525	6.426.963	1.689.888	8,0
Contato T (Savana-Savana Estéptica)	Contato T	404.163	283.738	277.219	120.425	6.519	1,2
Formações Pioneiras	FP	1.402.056	1.230.438	1.135.563	171.619	94.875	4,1
Corpo Hídrico	CH	2.130.931	2.175.481	-	-	0	0,0
Área Antropizada-I	AA-II	0	26.855.440	33.691.884	-	-	-
Área Antropizada-II	AA-I	0	4.053.188	5.241.919	-	-	-
TOTAL		90.335.790	90.335.790	90.335.790			

Tabela 2 - Representação dos Ecossistemas e porcentagem de conversão

Ecossistemas / Cobertura Antrópica	Vegetação Primitiva (ha)	Cobertura 2002 (ha)	Cobertura 2004 (ha)	Perda de Cobertura Cob. Prim. / 2002 (ha)	Perda de Cobertura 2002 / 2004 (ha)	Taxa de Perda de Cobertura Anual 2002/2004 (%)
Savânicos	29.822.197	17.591.200	16.512.094	12.230.997	1.079.106	3,22
Florestais	22.684.300	14.422.975	12.247.106	8.261.325	2.175.869	8,52
Ecótonos	35.698.362	24.007.069	19.331.744	11.691.293	4.675.325	11,44
Corpo Hídrico	2.130.931	2.175.481	2.175.481	-	-	-
Área Antropizada-I	0	26.855.440	33.691.884	-	-	-
Área Antropizada-II	0	4.053.188	5.241.919	-	-	-
TOTAL	90.335.790	90.335.790	90.335.790			

Figura 3 - Proporção existente e convertida das formações vegetais presentes no Mato Grosso até o ano de 2002. Legenda vide Figura 2



Legenda: Savana Florestada (SF), Savana Arborizada (AS), Savana Parque (SP), Floresta Ombrófila Densa (FOD), Floresta Ombrófila Aberta (FOA), Floresta Estacional (FE), Contato Floresta Ombrófila/ Floresta Estacional (Contato OE), Contato Savana/Savana Estépica, Formação Pioneira (FP), Corpo Hídrico (CH).

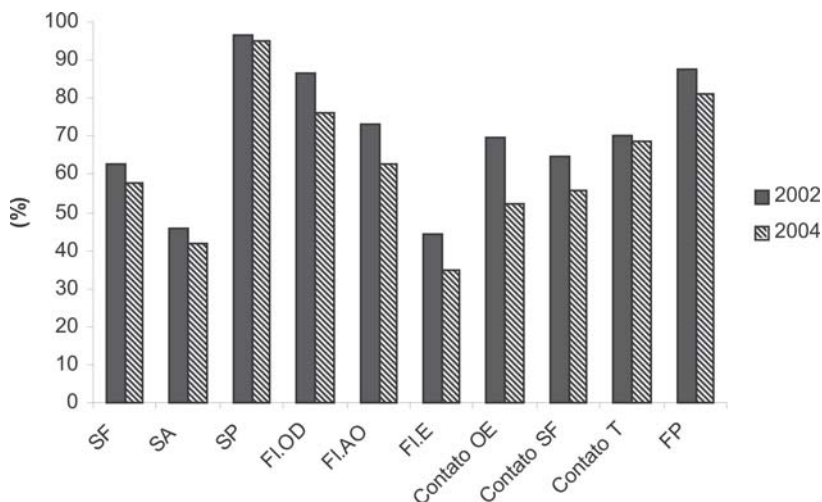
Com os resultados de cobertura de 2002 agrupados em ecossistemas, observou-se que os ecossistemas de Ecótonos e Florestas tiveram redução de 33 e 31%, respectivamente, de suas áreas originais, já os ecossistemas Savânicos perderam 41% de sua área original. As áreas convertidas para áreas antrópicas (Antropizada-I e Área Antropizada-II) perfaziam um total de 33% do território mato-grossense em 2002, (Tabela 2).

Esses resultados são expressão de um rápido processo de conversão de cobertura natural, dirigido pela crescente mecanização do campo (elemento da modernização da agricultura brasileira) e incentivos governamentais que contribuíram para a transformação de vastas extensões de terra em produtoras de grãos e criação de gado (HOGAN, 2002).

Com relação às mudanças de cobertura ocorridas entre os anos de 2002 a 2004, as classes que sofreram maior taxa de conversão anual, foram a Contato Floresta Ombrófila/ Floresta Estacional (Contato OE) e a Floresta Estacional (FE); com aproximadamente 15 e 13%. Já as classes que tiveram menores taxas de conversão foram a Savana Parque e a Contato Savana-Savana Estépica, 0,8 e 1,2 respectivamente (Tabela 1, Figura 4). Em termos de ecossistema, as taxas de conversão foram as seguintes: Savânicos 3%; Florestais 8,5%; Ecótonos 11,5%. O total de áreas antropizadas atingiu a proporção de 43% do Estado do Mato Grosso em 2004, um aumento de aproximadamente 9% em apenas dois anos.

No período mencionado, o Mato Grosso deteve as maiores taxas de desmatamento da Amazônia Legal. Entre 2001 e 2004, concentraram-se no estado 40% dos novos desmatamentos (PRODES, 2005) e 87% do incremento das áreas destinadas à agricultura mecanizada (IBGE, 2005). Para Morton et al. (2006) a expansão da agricultura em larga escala contribuiu diretamente no desflorestamento do Mato Grosso. Segundo os mesmos autores, está se firmando um novo paradigma de desflorestamento na Amazônia. Esse paradigma, criado pela agricultura em larga escala, é definido pelo tamanho e rapidez dos desmatamentos, que são superiores aos provocados pela pecuária e a agricultura familiar.

Figura 4 - Evolução da representação dos remanescentes de vegetação no Mato Grosso, cobertura de 2002 e 2004. Legenda vide Figura 2

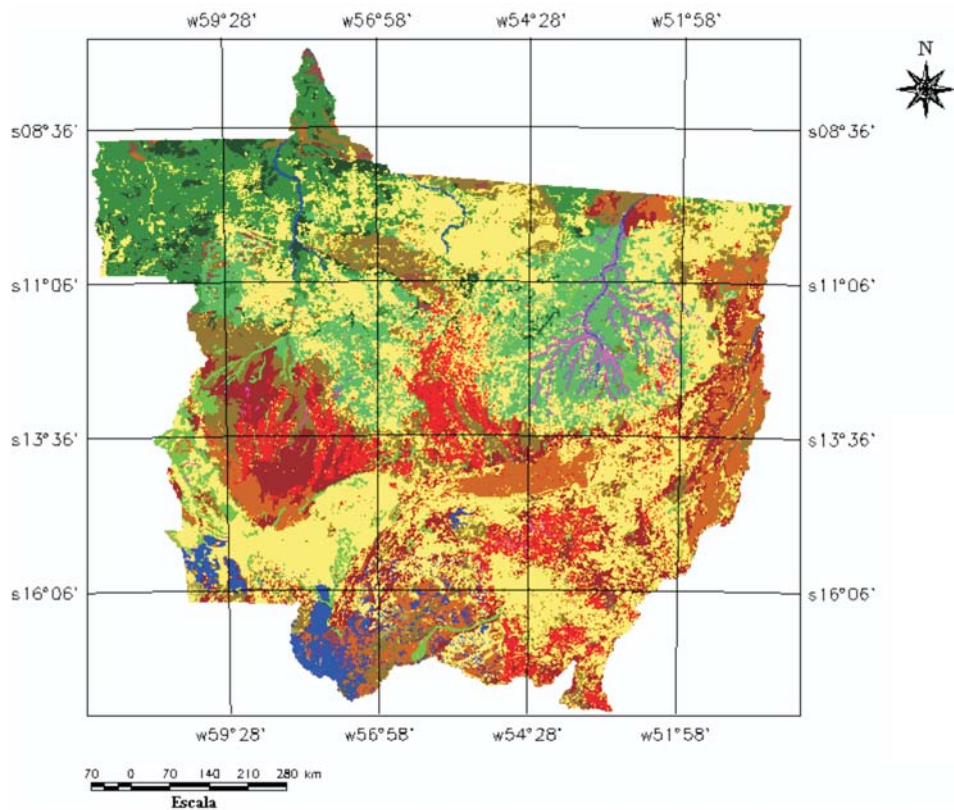


Legenda: Savana Florestada (SF), Savana Arborizada (AS), Savana Parque (SP), Floresta Ombrófila Densa (FOD), Floresta Ombrófila Aberta (FOA), Floresta Estacional (FE), Contato Floresta Ombrófila/Floresta Estacional (Contato OE), Contato Savana/Savana Estépica, Formação Pioneira (FP), Corpo Hídrico (CH).

O grande aumento da área desflorestada e da área destinada ao plantio de soja entre os anos de 2002 e 2004 corrobora o paradigma formulado por Morton et al. (2006). Em apenas dois anos a soma da área das classes Área Antropizada-I e II foi de aproximadamente 26% (aumento de cerca de 8 milhões de ha). A classe Área Antropizada-II, representada preponderantemente pelo cultivo da soja, por sua vez, teve uma expansão ainda maior, quase 30 %, cerca de 1,2 milhões de ha (Tabela 1 e 2).

Diante dos resultados e análises apresentadas, o mapa de cobertura de 2004 ganha grande importância, seja por espacializar os remanescentes de vegetação susceptíveis à conservação, seja para servir de alerta e incitar respostas mais rápidas dos organismos ambientais envolvidos com a questão ambiental na Amazônia (Figura 5).

Figura 5 - Mapa de cobertura da terra do Estado do Mato Grosso referente ao ano de 2004



Legenda

- Savana Florestada
- Savana Arborizada
- Savana Parouca
- Fl. Ombrófila Densa
- Fl. Ombrófila Aberta
- Fl. Estacional
- Contato (Fl. Omb./Fl. Est.)
- Contato (Sav./Fl. Omb.)
- Contato (Sav./Sav. Estépica)
- Formação Pioneira
- Área Antropizada-I
- Área Antropizada-II
- Corpo Hídrico (Perene/Intermitente)

CONCLUSÕES

As diversas formações vegetais presentes no Mato Grosso, causa do alto valor biológico contido no Estado, foram e estão sendo convertidas inadvertidamente em sistemas agro-pecuários. Tal processo, iniciado efetivamente após a década de 60, ganha novos nuances no início desta década. O capital gerado e acumulado pela produção de algodão e grãos, principalmente a soja, tem estabelecido um novo padrão de conversão de cobertura natural, marcado pela grande velocidade e extensão das áreas desmatadas. Taxas de conversões próximas de 15%, caso das formações Contato Floresta Ombrófila/FI. Estacional e Floresta Estacional, e uma ampliação de cerca de 26% (8 milhões de ha) das áreas antropizadas em apenas dois anos, comprovam o andamento deste padrão de conversão mencionado.

Este novo padrão de conversão suscita a rápida elaboração e implementação de políticas de conservação que sejam capazes de proteger a diversidade biológica do Estado; resguardando as formações vegetais da influência das flutuações do preço das *comodities* agrícolas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) - Proc. 2003/01727-0, pelo apoio financeiro de ambos os órgãos de fomento.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, L. O.; SHIMABUKURO, Y. E.; LIMA, A.; MEDEIROS, J. S. de. Mapeamento da cobertura da terra do Estado do Mato Grosso através da utilização de dados multitemporais do sensor MODIS. **Geografia**, v. 30, n.2, p. 365-380, 2005.

ALHO, C. J. R. Small mammal populations of the Brazilian Cerrado: the dependence of abundance and diversity on habitat complexity. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 41, p. 223-230, 1981.

BIERREGAARD, R. O.; LOVEJOY, T. E.; KAPOV, V., dos SANTOS, A. A.; HUTCHINGS, R. W. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **BioScience**, v. 42, p. 859-866, 1992.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation and international economic development projects in Brazilian Amazon. **Conservation Biology**, v. 1, p. 214-221, 1987.

CAICCO, S.; SCOTT, J. M.; BUTTERFIELD; CSUTI, B. A gap analysis of the management status of the vegetation of Idaho (U.S.A.). **Conservation Biology**, v. 9, p 498-511, 1995.

CARREIRAS, J. M. B.; PEREIRA, J. M. C.; SHIMABUKURO, Y. E. Land-cover Mapping in the Brazilian Amazon using SPOT-4 Vegetation data and machine learning classification methods. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 72, p. 897-910, 2006.

HOGAN, D. J.; CUNHA, J. M. PINTO da; CARMO, R. L. Uso do solo e mudança de sua cobertura no Centro-Oeste do Brasil: Consequências Demográficas, Sociais e Ambientais. In: HOGAN, D. J.; CARMO, R. L.; CUNHA, J. M. P.; BAENINGER, R. (Org.). **Migração e Ambiente no Centro-Oeste**. Campinas: NEPO/UNICAMP, 2002. 4, 147-174 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Sistema de Recuperação Automática (SIDRA). Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp>. 15 Jun. 2005.

- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Projeto de estimativa de desflorestamento bruto da Amazônia (PRODES). Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes>. 01 Jun. 2005.
- MARES, M. A.; ERNEST K A; GETTINGER D. D. Small mammal community structure and composition in the Cerrado province of central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 2, p. 289–399, 1986.
- MITTERMEIER R. A.; MYERS, N.; MITTERMEIER, C. **Hotspots**: Earth's biologically richest and most endangered ecoregions. CEMEX, Mexico City, 2000.
- MITTERMEIER, R. A.; MYERS, N.; THOMSEN, J. B.; FONSECA, G. A. B.; OLIVIERI, S. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. **Conservation Biology**, v. 12, p. 516–520, 1998.
- MORTON, D. C.; DeFRIES, R. S.; SHIMABUKURO, Y. E.; ANDERSON, L. O.; ARAI, E.; ESPIRITO-SANTO, F. del B.; FREITAS, R.; MORISSETTE, J. Cropland expansions changes dynamics in the southern Brazilian Amazon. **PNAS**, v. 103, p. 14637–14641, 2006.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C.; FONSECA, G. A. B.; KENTAND, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853–858, 2000.
- NEPSTAD, D. C.; CARVALHO, C. R.; DAVIDSON, E. A.; JIPP, P.; LEFEBVRE, P.; NEGREIROS, G. H. SILVA; E. D.; STONE T. A.; TRUMBORE, S.; VIEIRA, S. The role of deep roots in the hydrologic and carbon cycles of Amazonian forest and pastures. **Nature**, v. 372, p. 666–669, 1994.
- NOBRE, C.; SELLERS, P.; SHUKLA, J. Amazonian deforestation and regional climate change. **Journal of Climate**, v. 4, p. 957–988, 1991.
- NOSS, R.F.; COOPERIDER, A. Y. **Saving nature 's legacy**. Washington: Island Press, 1994. 417p.
- PASSOS, M. M. **Amazônia**: teledetecção e colonização. São Paulo: Editora UNESP, 1998.
- PERES, C. A. Expandindo as redes de conservação na última fronteira selvagem: o caso da Amazônia brasileira. In: TERBORGH, J; SCHAIK, van C.; DAVENPORT, L.; RAO, M (Org.). **Tornando os parques eficientes**: estratégias para a conservação da natureza nos trópicos. Curitiba: UFPR, 2002. Cap. 10, p. 163–173.
- RADAM BRASIL. **Mato Grosso**: Mapa de vegetação primitiva. Rio de Janeiro: IBGE, 1980. Escala 1:250.000.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to biodiversity. **Annals of Botany**, v. 80, p. 223–230, 1997.
- REDFORD K. H.; FONSECA, G. A. B. The role of gallery reconsidering land-cover change in the Brazilian savanna forests in the zoogeography of the Cerrado's non-volant mammalian fauna. **Biotropic**, v. 18, p.126–35, 1986.
- RIZZI, R.; RUDORFF, B. F. T., SHIMABUKURO, Y. E. Crop enhancement index (CEI) on multitemporal images: case study to detect soybean with MODIS in Brazilian Amazon. **IEEE – Geoscience and Remote Sensing Letters**. 2006. Submetido.
- SILBERBAUER GOTTSBERGER I.; GOTTSBERGER G. Cerrado-cerradão: a comparison with respect to number of species and growth forms. **Phytocoenologia**, v.12, p. 293–303, 1984.
- SILVA, J. M. C.; BATES, J. M. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. **BioScience**, v. 52, p. 225–34, 2002.
- UHL, C.; BUSCHBACHER, R.; SERRÃO, E. A. S. Abandoned pastures in eastern Amazonia: patterns of plant succession. **Journal of Ecology**, v. 76, p. 663–668, 1988.
- Uhl, C.; Kauffman, J. B. Deforestation effects on fire in the rain forests of the eastern Amazon. **Ecology**, v. 76, p. 27–40, 1990.

VITOUSEK, P. M. Beyond global warming: ecology and global change. **Ecology**, v. 75, p. 1861-1876, 1994.

WESSELS, K.J; DEFRIES, R.S.; DEMPEWOLF, J.; ANDERSON, L.O.; HANSEN, A.J.; POWELL, S.L.; MORAN, E. Mapping regional land cover with MODIS data for biological conservation: examples from the greater Yellowstone Ecosystem, USA and Pará State, Brazil. **Remote Sensing of Environment**, v.92, p.67-83, 2004.

WRIGHT, I.; GASH, J.; da ROCHA, H.; SHUTTLEWORTH, W.; NOBRE, C.; MAITELLI, G.; ZAMPARONI, C.; CARVALHO, P. Dry season micrometeorology of central Amazonian ranchland. **Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 118, p. 1083-1099, 1992.

WWF-Brasil. **Expansão Agrícola e Perda da Biodiversidade no Cerrado**. Brasília: WWF-Brasil, 2001.

Recebido em janeiro de 2007

Aceito em maio de 2007