

Dinâmica e distribuição das áreas alteradas por ação antrópica no Cerrado matogrossense no período de 2002 a 2008

Kleber Trabaquini¹
Gustavo Bayma Siqueira da Silva¹
Mariane Mayumi Garcia Takeda¹
Antonio Roberto Formaggio¹
Yosio Edemir Shimabukuro¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
{kleber, bayma, takeda, formag, yosio}@dsr.inpe.br

Abstract: The Cerrado biome has approximately two million square kilometers, which represents 23% of the country extension. With a large territory, it is considered one of the hotspots of the Planet, ie, a priority area for conservation. However, with favorable soil and climate characteristics, this biome has become the subject of great affluence for agricultural purposes since the 1970s. With government incentives, conditions for the expansion of agriculture were created. All these factors were decisive to the expansion of so-called "agricultural frontier", which provided important positive impacts on the Brazilian economy. However, concomitantly, increasing environmental changes are observed in this biome. The anthropogenic occupation has as the first action the deforestation and the reduction of native vegetation, and much of this occupation is linked to agricultural activity. Among several States which compose this biome, Mato Grosso has a prominent place in national agricultural production, primarily due to soybean and corn plantations. Thus, this study aims to determine the dynamics and the spatial distribution changes due to anthropogenic activities in the Cerrado of Mato Grosso state in the 2002 to 2008 time period. The deforested data from the analyzed period were obtained from "Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite" (PMDBBS). These information were intersected with mesoregions, soil, vegetation and geomorphological maps of the study area. The results showed that highest conversions occurred in North mesoregion. The predominant vegetation type deforested was the wooded savanna and according to the soil and geomorphological maps, the results demonstrated a preference for deep soils and plan relief.

Palavras-chave: Savanna, deforestation, mesoregions, soil, potential vegetation, geomorphology, Savana, desmatamento, mesorregiões, solo, vegetação potencial, geomorfologia.

1. Introdução

O bioma Cerrado possui aproximadamente dois milhões de quilômetros quadrados, o que corresponde a 23% do território nacional. Constitui-se como o segundo maior bioma brasileiro, superado apenas pelo bioma Amazônia. Com uma vasta extensão territorial, destaca-se por apresentar grande biodiversidade, sendo considerado um dos *hotspots* do Planeta, ou seja, uma área prioritária para conservação (Klink e Machado, 2005).

Porém, com características edafoclimáticas favoráveis, este ambiente, antes utilizado apenas para atividades de mineração e de exploração de madeira para produção de carvão, passou a ser alvo de grande afluência para usos agrícolas a partir da década de 1970. Com incentivos de políticas e programas governamentais de ações diretas e viabilizados por inovações agrônômicas, foram criadas, neste bioma, condições para a expansão da agricultura e ocupação do espaço de uma forma intensa (Jepson, 2005).

Todos estes fatores foram determinantes para o início da então chamada "expansão da fronteira agrícola", que proporcionou importantes impactos positivos na economia brasileira, transformando este País numa potência exportadora de produtos agrícolas. Porém, concomitantemente, alterações ambientais crescentes são observadas neste bioma. Nas últimas três décadas ocorreram intensas mudanças no bioma Cerrado, com a conversão de aproximadamente 40% da área original por atividades agropecuárias (Sano et al., 2008).

Segundo Jepson (2005), a pecuária foi a atividade antrópica pioneira e a que proporcionou as maiores taxas de desmatamentos neste bioma até meados de 1985, porém, em anos posteriores, a pressão sobre este bioma passou a ter também como origem a prática agrícola. Com os avanços das pesquisas no campo agrônomo, novas variedades de plantas e metodologias de correção dos solos propiciaram a ocupação de grandes áreas, tornando possível a prática da agropecuária em regiões onde até meados da década de 1980 a exploração agrícola era inviável.

A ocupação antropogênica tem como primeira ação, o desmatamento e a redução da vegetação nativa, e grande parte desta ocupação está ligada à atividade agropecuária. Atualmente o Cerrado é denominado de celeiro nacional, participando significativamente na produção agrícola nacional, principalmente com grãos e carne (Faleiro e Souza, 2007).

Porém o atual modelo de desenvolvimento agrícola praticado neste bioma tem causado graves danos ao meio ambiente. Com a substituição da vegetação nativa, ocorre conseqüente perda da biodiversidade e alterações em todo o sistema, como: o aumento dos processos erosivos dos solos; as alterações do ciclo hidrológico com o aumento do escoamento superficial e a resultante perda na fertilidade dos solos, assoreamento e eutrofização dos rios (Clay, 2004; Klink e Machado, 2005).

A partir deste contexto vem sendo notado que, devido à rápida substituição da cobertura vegetal de um sistema anteriormente em equilíbrio ambiental por atividades antrópicas impactantes como a agricultura e a pecuária, está ocorrendo a degradação ambiental deste bioma, cuja magnitude precisa ser melhor avaliada visando subsidiar ações futuras de contabilização e predição de locais de desmatamentos e de alteração da cobertura vegetal. Assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar a dinâmica e a distribuição espacial das áreas alteradas em função de atividades antropogênicas no bioma Cerrado matogrossense no período de 2002 a 2008, em relação às fitofisionomias, tipos de solos e unidades geomorfológicas.

2. Metodologia de trabalho

A área de estudo corresponde ao bioma Cerrado inserido nos limites do estado do Mato Grosso (Figura 1), com uma área de 382,17 mil km² localizada entre as coordenadas 10° 00' e 18° 05' de latitude sul e 50° 45' e 60° 15' de longitude oeste. O limite do bioma Cerrado adotado foi estabelecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2004), assim como os limites municipais atualizados até o ano de 2005.

Esta região é caracterizada pela abertura e ocupação recente de áreas agrícolas e tornou-se nas últimas décadas uma das principais regiões produtoras de grãos, principalmente soja e milho, além de destinar grandes áreas para pastagens, com sistemas extensivos para criação de bovinos. Ao contrário de outras regiões do País, onde a produção é baseada em pequenas áreas com baixo capital de investimento, neste bioma, municípios como Sapezal, Primavera do Leste, Lucas do Rio Verde, destacam-se pelo alto investimento, sendo encontradas propriedades com grandes extensões e elevado índice de mecanização (Klink e Machado, 2005).

Foi utilizada a base de dados obtida junto ao “Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite – PMDBBS”, (BRASIL, 2009). Este projeto teve como objetivo principal identificar áreas antropizadas nos biomas brasileiros, entre eles, o Cerrado, utilizando imagens dos satélites LANDSAT 5, sensor TM e CBERS-2B, sensor CCD, e técnicas de sensoriamento remoto. Os resultados foram gerados através da detecção visual e digitalização manual das feições de desmatamento encontradas, numa escala base de trabalho 1:50.000 e área mínima de detecção do desmatamento de 2 ha, gerando os respectivos resultados na escala 1:250.000. Tais desmatamentos foram classificados como áreas antropizadas, sendo que, não foram consideradas as cicatrizes características de

ocorrência de queimadas, bem como as áreas modificadas ou em processo regenerativo. A validação foi realizada por meio de imagens de alta resolução CBERS-HRC e Google Earth, resultando em 95,1% de acerto.

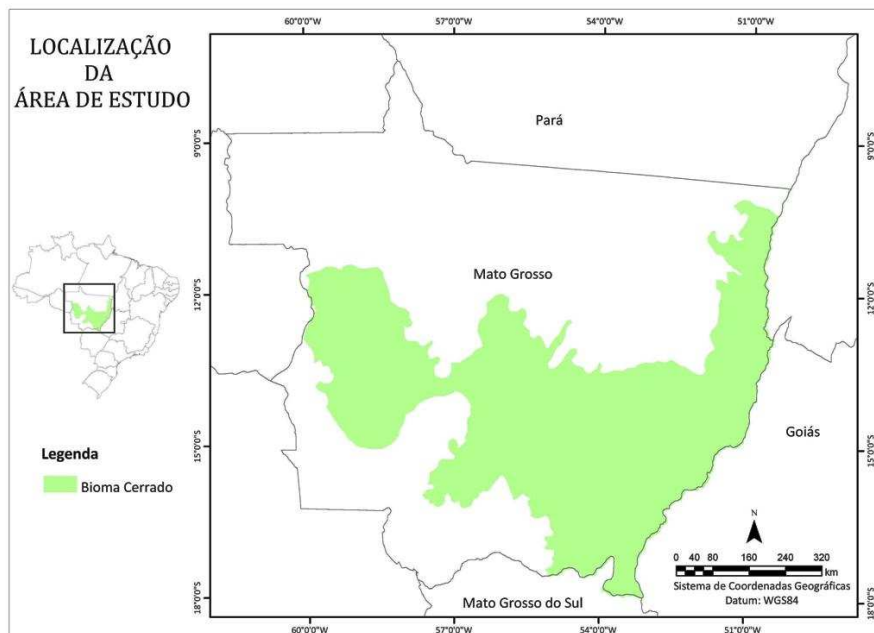


Figura 1. Localização da área de estudo: bioma Cerrado no Estado do Mato Grosso.

Estes dados correspondem à atualização do incremento das áreas antrópicas do ano de 2002 a 2008, ou seja, apresenta informações de novas áreas ocupadas por alguma atividade antrópica até o ano de 2008 (Figura 2a).

De posse das informações relativas às alterações da cobertura vegetal da área de estudo, estas foram cruzadas no software ArcGis, com as informações das mesorregiões do Cerrado matogrossense, obtidas junto ao IBGE (IBGE, 2000; Figura 2b), e com as informações do mapa de vegetação potencial, mapa de solos e de geomorfologia do Cerrado em território matogrossense, todos na escala 1:250.000, obtidos junto à Secretaria de Estado e Planejamento e Coordenação Geral do Mato Grosso – SEPLAN. (Figura 3).

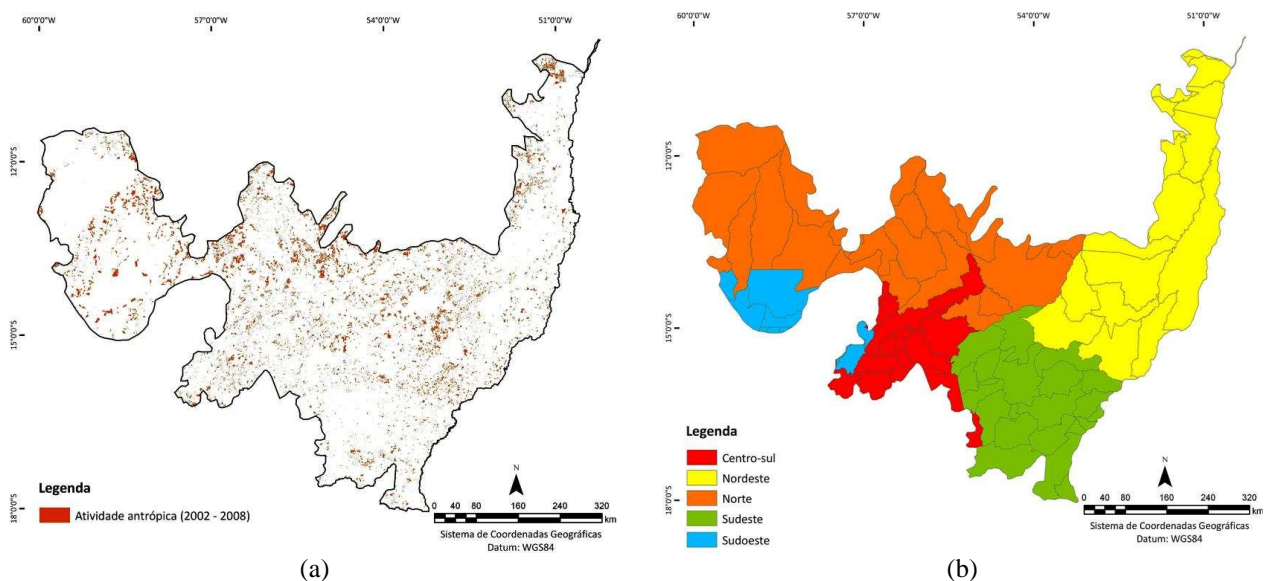


Figura 2. (a)-Mapa das áreas alteradas no período de 2002 a 2008. Fonte: BRASIL (2009). (b)-Divisão das mesorregiões do bioma Cerrado matogrossense. Fonte: IBGE (2000).

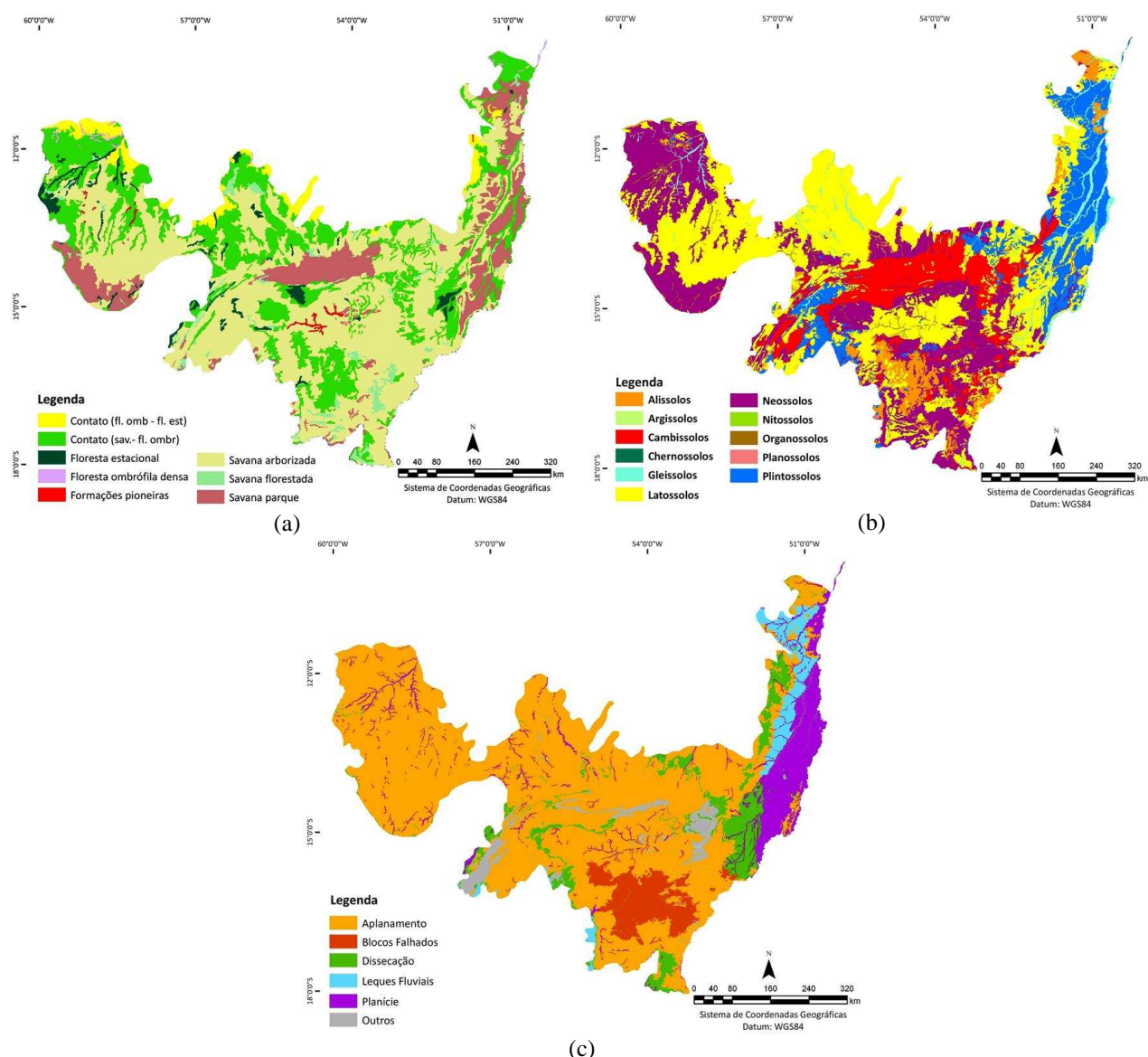


Figura 3. (a) Mapa de vegetação potencial do bioma Cerrado matogrossense. Fonte: PRODEAGRO (2000a). (b) Mapa de solos do Cerrado matogrossense. Fonte: PRODEAGRO (2000b). (c) Mapa de geomorfologia das classes mais representativas do Cerrado matogrossense. Fonte: PRODEAGRO (2000c).

3. Resultados e discussão

O incremento de áreas alteradas no cerrado matogrossense no período de 2002 a 2008 foi de 17,65 mil km² (Figura 2). Em relação à distribuição espacial, a mesorregião Norte apresentou a maior taxa de áreas alteradas no intervalo de 2002 a 2008, com 46,13% (Tabela 1). Nesta mesorregião podem ser destacados os municípios de Lucas do Rio Verde, Sapezal e Sorriso, que são conhecidos pela grande produção de soja e milho e podem ser considerados de ocupação recente. Em meados da década de 90, estes municípios assumiram a liderança na produção estadual revelando o deslocamento de uma produção, cada vez maior, do centro-sul para o centro-norte do Estado.

De 1991 a 2008, a mesorregião Norte da área de estudo apresentou 950% de aumento na produção de soja, demonstrando a alta atividade agrícola nesta região, e, portanto, relacionando-se com as elevadas taxas de áreas alteradas no período de estudo (IBGE, 2010).

Tabela 1. Estimativa das áreas alteradas por mesorregiões no bioma Cerrado matogrossense no período de 1990 a 2001 e de 2002 a 2008, em mil km².

Mesorregião	Área de estudo	%	1990-2001*	%	2002-2008	%
Norte	142,44	37,27	18,31	42,62	8,14	46,13
Nordeste	107,62	28,16	12,26	28,54	4,68	26,50
Sudeste	73,90	19,34	7,03	16,36	2,47	13,98
Centro-sul	38,74	10,14	4,91	11,43	1,79	10,14
Sudoeste	19,47	5,09	0,45	1,05	0,57	3,25
Total	382,17	100	42,96	100	17,65	100

* Adaptado de Silva et al. (2010).

Quando o presente trabalho é comparado aos resultados de Silva et al. (2010), que avaliaram as áreas alteradas por ação antropogênica no período de 1990 a 2001, utilizando imagens do sensor TM e ETM+, é possível observar que houve redução do incremento de novas áreas, passando de 42,96 para 17,65 mil km². Contudo, o Norte continua sendo a mesorregião com as maiores taxas de alteração. Com exceção da mesorregião Sudoeste e Norte, que apresentaram aumento de áreas alteradas, nas demais mesorregiões houve redução de mudanças antrópicas.

Em relação à vegetação do bioma Cerrado, a formação savana arborizada é predominante nesta região de estudo representando 50,4% do território. Em relação à distribuição da vegetação original suprimida, a savana arborizada, além de estar presente em mais da metade desta área, é a mais afetada pelo avanço antrópico, sendo convertida em 43,88% do total da área alterada no período de estudo (Tabela 2). Segundo Ribeiro e Walter (2008), a Savana arborizada, por ocupar terrenos planos de solos profundos, e em grande parte relacionados às classes Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho Amarelo, propícios à agricultura mecanizada, são consideradas áreas altamente ameaçadas ao desmatamento e conseqüente conversão ao uso agropecuário.

Tabela 2. Estimativa das áreas alteradas por classe de vegetação no bioma Cerrado matogrossense no período de 2002 a 2008, em mil km².

Vegetação	Área de Estudo	%	2002-2008	%
Savana arborizada	192,61	50,40	7,78	43,88
Contato (Sav. - Fl. ombr)	102,32	26,77	4,75	26,80
Savana florestada	10,74	2,81	1,60	9,01
Savana parque	48,72	12,75	1,46	8,22
Contato (Fl. omb - Fl. est)	14,49	3,79	1,19	6,70
Floresta estacional	10,29	2,69	0,88	4,95
Floresta ombrófila densa	1,58	0,41	0,06	0,35
Formações pioneiras	1,43	0,37	0,02	0,10
Total	382,17	100	17,74	100

A região de Contato (Savana-Floresta Ombrófila) reveste grande parte da superfície dissecada em colinas e relevos tabulares da Mesorregião Norte do Cerrado matogrossense, representando 26,77% do território de estudo. Embora a ocupação seja relativamente recente nesta região do Estado (após a década de 70), o grande potencial madeireiro da floresta, com madeiras nobres como cerejeira e mogno, condicionou a exploração de atividades voltadas ao extrativismo vegetal nestas regiões, contribuindo com 26,80% de conversão para atividades antrópicas (PRODEAGRO, 2000a).

A Tabela 3 mostra as áreas das classes de solos, mais representativas, e suas respectivas áreas alteradas por atividades antrópicas. A classe Latossolo está presente em 38,79% do território em estudo, seguida pela classe Neossolo com 28,36%, ambas totalizando mais de 50% da área de estudo. Nesta tabela é possível verificar ainda que o Latossolo permanece liderando como a principal classe ocupada por atividades antrópicas, mesmo com a redução da taxa de alterações de 51,12% no período de 1990 a 2001, para 45,44% no período de 2002 a 2008. Isto está intimamente relacionado ao fato destes solos serem residuais de superfícies de aplainamento, conhecidas regionalmente como chapadas, que apresentam topografia plana a suave-ondulada, características estas que favorecem atividades antrópicas, principalmente agrícolas devido ao favorecimento à mecanização (Reatto et al., 2008).

Tabela 3. Estimativa das áreas alteradas por classe de solo no Cerrado matogrossense no período de 1990 a 2001 e de 2002 a 2008, em mil km².

Classe de Solo	Área de estudo	%	1990-2001*	%	2002-2008	%
Latossolo	148,26	38,79	21,96	51,12	8,02	45,44
Neossolo	108,39	28,36	8,97	20,88	4,80	27,20
Cambissolo	45,25	11,84	5,05	11,76	2,20	12,47
Plintossolo	46,84	12,26	4,25	9,89	1,51	8,56
Alissolo	18,87	4,94	2,02	4,70	0,90	5,10
Gleissolo	10,75	2,81	0,57	1,33	0,16	0,91
Outros	3,81	1,00	0,16	0,37	0,06	0,33
Total	382,17	100	42,96	100	17,65	100

* Adaptado de Silva et al. (2010).

Ao contrário da redução ocorrida nos Latossolos, a ocupação na classe Neossolo apresentou crescimento, passando de 20,88% no intervalo de 1990 a 2001 para 27,20% no período de 2002 a 2008 (Tabela 3). Estes solos estão condicionados aos baixos teores de argila e de matéria orgânica e, conseqüentemente, a baixa capacidade de agregação de partículas, sendo muito suscetíveis à erosão, e assim, considerados de baixa aptidão agrícola (Guerra e Botelho, 2001). Devido as limitações ao uso agrícola, a demanda por novas áreas para o cultivo agrícola, após a década de 1970, culminou com a incorporação desses solos para o sistema pastagem e, posteriormente, para o processo de produção de grãos. Entretanto, o uso contínuo desses solos, com culturas anuais, pode acarretar em rápida degradação ambiental, com perdas de solos por erosão, assoreamento de rios e redução da fertilidade natural, entre outros (EMBRAPA, 1999).

Em relação à geomorfologia local, as principais classes geomorfológicas, e suas respectivas áreas alteradas por atividades antrópicas, podem ser observadas na Tabela 4.

Tabela 4. Estimativa das áreas alteradas em relação às formações geomorfológicas no Cerrado matogrossense no período de 1990 a 2001 e de 2002 a 2008, em mil km².

Formação	Área de estudo	%	1990-2001*	%	2002-2008	%
Aplanamento	266,38	69,70	33,55	78,10	14,18	80,33
Planície	36,89	9,65	2,28	5,31	0,77	4,34
Dissecação	29,63	7,75	4,28	9,96	1,19	6,72
Blocos Falhados	21,80	5,70	1,06	2,47	0,47	2,64
Leques Fluviais	14,56	3,81	0,6	1,40	0,34	1,91
Outros	12,91	3,38	1,19	2,77	0,72	4,06
Total	382,17	100	42,96	100	17,65	100

* Adaptado de Silva et al. (2010).

O sistema de Aplanamento é caracterizado por baixas declividades e baixa densidade de drenagem, com vales muito amplos e abertos (PRODEAGRO, 2000c). É a maior classe em extensão com cerca de 70% da área de estudo, e apresentou os maiores valores de áreas alteradas no período de 2002 a 2008, com cerca de 80%. Os resultados de Silva et al. (2010) podem ser observados na Tabela 4, e demonstram que o sistema Aplanamento também foi o mais alterado por ações antrópicas naquele período de estudo, demonstrando uma tendência de ocupação em relevos planos em ambos os períodos, sendo áreas favoráveis à instalação agrícola.

O restante das formações totaliza 19,67% das ocupações, sendo interessante destacar as ocupações na formação Planície. Apesar da ocupação antrópica nesta formação ter apresentado redução de 5,31% (1990-2001) para 4,34% (2002-2008), estas ocupações estão associadas às áreas próximas a rios e podem ser descritas como regiões que têm como gênese processos de degradação preponderantemente fluvial, sendo importante o planejamento e manejo cultural destas áreas, pois quando ocupadas de forma irregular, apresentam grande probabilidade de assoreamento dos rios (Silva et al., 2010).

4. Conclusões

No presente trabalho foi possível verificar que a mesorregião Norte do bioma Cerrado matogrossense, atualmente, apresenta maior dinâmica de ocupação e abertura de novas áreas. Apesar do presente trabalho não ter realizado investigações sobre o uso destas áreas antrópicas, sabe-se que grande parte destas áreas são utilizadas por atividades agrícolas e de pastagens.

Relacionando-se as áreas alteradas com as classes de solos e de geomorfologia, os resultados demonstraram uma preferência por solos profundos e relevos planos, ou seja, áreas ideais ao uso agrícola e como consequência, ocorre redução da vegetação original, com impactos irreversíveis, como a perda de biodiversidade.

A partir da quantificação e espacialização das áreas antrópicas é possível avaliar os possíveis danos ambientais que poderão vir a ocorrer no bioma Cerrado, ainda mais quando estas ocupações são na maioria das vezes, atividades agropecuárias intensivas.

Análises integradas de bases de dados, como as utilizadas no presente trabalho, são fundamentais para o entendimento dos processos de alterações no bioma Cerrado, bem como para posteriores avaliações dos impactos ambientais que estão ocorrendo, visando subsidiar tomadas de decisões no sentido de uma racionalização em direção à sustentabilidade

Agradecimentos

As agências de fomento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp).

Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Edital Probio 02/2004. Projeto executivo B.02.02.109. **Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado**: relatório final. Brasília, DF, 93 p. Projeto concluído. Coordenador técnico: Edson E. Sano. Unidades executoras: Embrapa Cerrados, Universidade Federal de Uberlândia, Universidade Federal de Goiás. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/cerrado/documentos/relatorio_final.pdf>. Acesso em: 28 out. 2010. 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Relatório técnico de monitoramento do desmatamento no bioma Cerrado, 2002 a 2008: Dados Revisados**. Brasília, DF, 69 p. Coordenador técnico: Humberto Navarro de Mesquita Jr. Unidades executoras: CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – CSR/IBAMA. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/cerrado/Relatorio%20tecnico_Monitoramento%20Desmate_Bioma%20Cerrado_CSR_REV.pdf>. Acesso em: 25 out. 2010. 2009.

Clay, J. W. *World agriculture and the environment: a commodity-by-commodity guide to impacts and practices*. ISBN: 1-55963-367-0. 570 p. 2004.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos,. 412p. 1999

Faleiro, F. G.; Souza, E. S. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o Cerrado**. Planaltina-DF. Embrapa Cerrados,. 138 p. 2007.

Guerra, A. J. T.; Botelho, R. G. M. Erosão dos Solos. In: Cunha, S. B.; Guerra, A. J. T. (Org). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, cap 5, p 181-228. 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1612&z=t&o=11&i=P>>. Acesso em 5 nov. 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas do Brasil - Primeira Aproximação** Escala 1:5.000.000 . 2004. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>>. Acesso em: 02 nov. 2010.

Jepson, W. A disappearing biome? Reconsidering land-cover change in the Brazilian savanna. **The Geographical Journal**, v. 171, n. 2, p. 99-111, 2005.

Klink, A. C.; Machado, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 707–713, 2005.

PRODEAGRO. **Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico: diagnóstico sócio-econômico-ecológico do Estado do Mato Grosso e assistência técnica na formulação da 2ª aproximação – Formações vegetais/Usos e ocupação do solo**. Cuiabá, MT, 72 p. Projeto concluído. Coordenador técnico: Márcia Silva Pereira Rivera. Unidade executora: Projeto de Desenvolvimento Agroambiental do Estado de Mato Grosso, 2000a.

PRODEAGRO. **Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico: diagnóstico sócio-econômico-ecológico do Estado do Mato Grosso e assistência técnica na formulação da 2ª aproximação – levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do Estado de Mato Grosso**. Cuiabá, MT, 136 p. Projeto concluído. Coordenador técnico: Mario V. dos Santos. Unidade executora: Projeto de Desenvolvimento Agroambiental Do Estado de Mato Grosso, 2000b.

PRODEAGRO. **Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico: diagnóstico sócio-econômico-ecológico do estado de mato grosso e assistência técnica na formulação da 2ª aproximação apresentação geral das memórias técnicas - geomorfologia**. Cuiabá, MT, 52 p. Projeto concluído. Coordenador técnico: Mario V. dos Santos. Unidade executora: Projeto de Desenvolvimento Agroambiental Do Estado de Mato Grosso, 2000c.

Reatto, A.; Correia, J. R.; Spera, S. T.; Martins, E. S. Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P.; Ribeiro, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, cap. 5, p.107-134. 2008.

Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P.; Ribeiro, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, cap. 6, p. 151-199. 2008.

Silva, G. B. S.; Formaggio, A. R.; Shimabukuro, Y. E. Áreas alteradas em função de atividades antrópicas no bioma Cerrado localizado no Estado do Mato Grosso (MT), até o ano de 2001: uma abordagem espaço-temporal. *Revista Brasileira de Cartografia* N° 62 EDIÇÃO ESPECIAL 2, 2010. (ISSN 0560-4613).