

Soja em Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade no Mato Grosso

Jane Delane Verona¹

André Lima¹

Joel Risso¹

Yosio Edemir Shimabukuro¹

Bernardo Friedrich Theodor Rudorff¹

Rodrigo Rizzi²

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
{jane, andre, risso, yosio, bernardo}@dsr.inpe.br

²Universidade Federal de Pelotas – UFPel
Caixa Postal 354 - 96001-970 - Capão do Leão - RS, Brasil
rodrigo.rizzi@ufpel.edu.br

Abstract: In order to fulfill the Brazilian Policy for Biodiversity, in 2007 the Ministry of the Environment gathered researchers from diverse ecosystems with the aim of updating the Priority Areas for Conservation (PAC's) of Biological Diversity. However, since the new areas are not legally protected they are under pressure to be occupied by agriculture use. The province of Mato Grosso is the biggest producer of soybean in Brazil and 56% of its area match to priority areas for conservation. In this context, this study aimed to assess the distribution and expansion of soybean areas mapped by MODIS imagery, among 2002 and 2009 years, on the PAC's in the province of Mato Grosso. We assessed the relationships between the increasing area of soybean, deforestation and PAC's. The outcomes have showed that soybean is gradually increasing its area in the province, mostly on PAC's in the Amazon biome. Even when the deforestation decreased, the expansion of the soybean areas over the assessed period was five times higher than in other biomes, showing that Amazon biome is under higher pressure than the other ones.

Palavras-chave: remote sensing, geoprocessing, deforest, amazon, sensoriamento remoto, geoprocessamento, desflorestamento, Amazônia, MODIS.

1. Introdução:

O principal instrumento internacional formal que tem como objetivo garantir a conservação da biodiversidade é a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB). O CDB é um tratado adotado e aprovado durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, em junho de 1992 (ECO-92) que entrou em vigor em dezembro de 1993 e já conta com a assinatura de mais de 160 países (BRASIL, 2010).

Entre os anos de 1998 e 2000 o Ministério do Meio Ambiente (MMA) realizou a primeira “Avaliação e Identificação das Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação dos Biomas Brasileiros”, visando o estabelecimento de prioridades que conduzam à conservação, à utilização sustentável e à repartição de benefícios da diversidade biológica brasileira. Nessa ocasião foi elaborado um mapa onde foram definidas e delimitadas 900 Áreas Prioritárias para Conservação Biológica (APC's), que foram regulamentadas pelo Decreto nº 5.092, de 24 de maio de 2004.

Em 2007, foi feita a atualização das APC's, instituídas pela Portaria MMA nº 09, de 23 de janeiro de 2007 (Rosa, 2007) e que está em vigor até o momento (MMA, 2012).

As informações disponíveis sobre diversidade e pressão antrópica em cada bioma, assim como a experiência dos pesquisadores envolvidos nos seminários definiu de modo geral, as áreas mais importantes a serem preservadas. O nível de prioridade foi baseado por

sua riqueza biológica, importância para as comunidades tradicionais e povos indígenas e sua vulnerabilidade (Rosa, 2007).

Por outro lado, a crescente demanda mundial por alimentos tem gerado uma necessidade de expansão produtiva da atividade agropecuária, que muitas vezes gera uma situação conflitante entre as necessidades produtivas e de conservação dos recursos naturais (Brasil, 2012). No entanto, alguns estudos vêm mostrando que é possível um aumento expressivo na produção sem a exploração das áreas ainda conservadas (Sparovek et al. 2010).

As ferramentas de geoprocessamento aliadas ao sensoriamento remoto permitem monitorar a dinâmica espaço-temporal de grandes áreas no que tange à cobertura do solo. No âmbito das culturas agrícolas, a utilização de técnicas de sensoriamento remoto para fins de mapeamento deve levar em consideração o elevado dinamismo típico das culturas anuais como é o caso da soja. Isso demanda metodologias que levem em conta o seu comportamento espectro-temporal, exigindo a obtenção de imagens em períodos regulares de tempo (Rizzi et al., 2009). Um dos métodos alternativos de mapeamento da soja sobre extensas regiões é o Crop Enhancement Index (CEI) proposto por Rizzi et al. (2009), que aplicado em imagens do sensor orbital MODerate resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), demonstrou-se promissor na identificação e quantificação de áreas de soja no MT.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi analisar as Áreas Prioritárias para Conservação do Estado do Mato Grosso, com relação à evolução da expansão da área ocupada pela soja e o desmatamento ocorrido entre os anos de 2002 e 2009. É apresentado o histórico de desmatamento e a ocupação da soja, mapeada a partir de dados do sensor MODIS (MODerate resolution Imaging Spectroradiometer) da plataforma Terra.

2. Metodologia de Trabalho

A área de estudo abrange o estado do Mato Grosso localizado ao sul da Amazônia Legal Brasileira, entre as latitudes S 07° 10' e S 18° 00' e as longitudes W 50° 00' e W 61° 05', com uma área de aproximadamente 900.000 km². A seguir são relatadas as etapas do trabalho.

2.1 APC's no estado:

Em 2007 o mapa de APC's foi atualizado e um total de 2.684 áreas sobre os biomas brasileiros foi delimitado, sendo que 199 desse total ocorrem dentro do estado do Mato Grosso. Essa área soma 521 mil km², o que corresponde a 58% do estado. Dessas 199, 106 são áreas novas e 93 são protegidas, o que equivale a 355 mil e 165 mil km², respectivamente, isto é, 18% são áreas já protegidas por meio de Terras Indígenas ou Unidades de Conservação, e 39% são áreas novas, sendo algumas com propostas a se tornarem novas unidades de conservação.

A figura 1 apresenta o Mapa de Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (MMA, 2007), representado pelos tipos de áreas (novas e protegidas). Nessa figura é apresentado também as áreas antrópicas e as vegetações remanescentes do estado em 2008 (PRODES, 2009 e Probio/IBAMA, 2008).

O cerrado apresentava em 2008 uma área remanescente de 205 mil km² (23%) no estado do Mato Grosso, de acordo com o levantado pelo PROBIO/MMA (2009), e a área de Floresta Amazônica remanescente, no mesmo ano, era de 315 mil km² (35%), segundo levantamento do PRODES (Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite), INPE (2012). Os dados desse projeto foram acessados no endereço <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>.

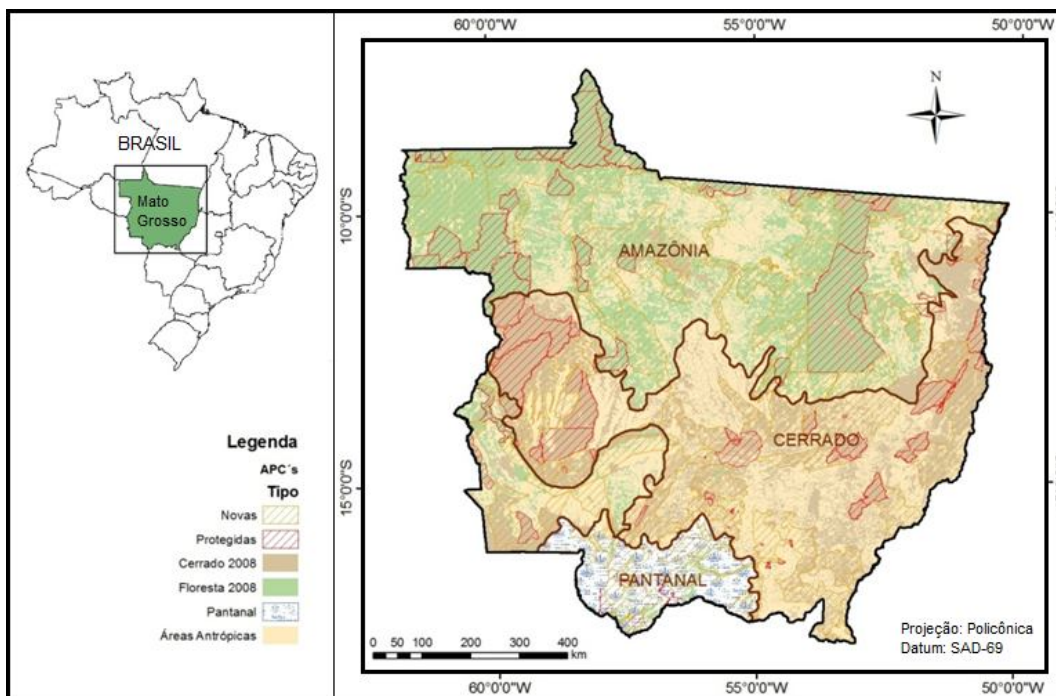


Figura 1: Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade, áreas antrópicas e vegetação remanescente de 2008 do estado do Mato Grosso.

Ao longo de mais 20 de anos de monitoramento o Mato Grosso apresenta-se como um dos estados que possuem as maiores taxas de desflorestamento anual da Amazônia Legal Brasileira (INPE, 2012), ao mesmo tempo em que vem ocupando a posição de maior produtor brasileiro de soja do país, com previsões para expansões na próxima década (Conab, 2012).

2.2. Soja no estado:

Para avaliar a distribuição espacial da soja entre os anos de 2002 e 2009 dentro das APC's foram utilizados os mapas temáticos de soja, elaborados e disponibilizados por Rizzi et al. (2009). Esses autores propuseram o *Crop Enhanced Index* (CEI) com o propósito de identificar e mapear áreas de cultivo de soja sobre extensas regiões, como o caso do estado do Mato Grosso.

A metodologia CEI leva em consideração o comportamento temporal do índice de vegetação *Enhanced Vegetation Index* (EVI) observado em imagens do sensor MODIS/Terra. Para tanto, são utilizadas imagens EVI do produto MOD13Q1, com resolução espacial de 250 m, numa composição de 16 dias. São geradas imagens de mínimo (Min.EVI) e máximo (Max.EVI) valores de EVI utilizando diversas imagens dos períodos de pré-plantio e/ou emergência e máximo desenvolvimento vegetativo, respectivamente, obedecendo o calendário agrícola da região. Maiores detalhes sobre a metodologia CEI podem ser consultados em Rizzi et al. (2009).

2.3. Relacionamento dos mapas

O mapa de APC's foi obtido no site do MMA (MMA, 2012) em formato vetorial tipo *shapefile*, assim como os mapas de desflorestamentos anuais foram obtidos no site do INPE (INPE, 2012). Os mapas anuais do mapeamento da soja também em formato *shapefile* foram importados para o programa de Sistema de Informações Geográficas ArcGIS versão 10.0. Todos foram reprojetados para o Sistema de Projeção Policônica e Modelo da Terra SAD69. Por meio de álgebra de mapas e consultas espaciais os mapas das ocupações anuais da soja e

desflorestamento foram cruzados com o mapa das APC's. Foram então delimitadas e calculadas as áreas de intersecção, gerando-se novos mapas, tabelas e gráficos que foram analisados e apresentados a seguir.

3. Resultados e Discussão

Como pode ser verificado na tabela 1, a quantidade de soja dentro do estado mapeada por Rizzi et al. (2009), em 2008, foi de 57.582 km². Destes, 43.929 mil km² distribuíram-se dentro do bioma do Cerrado (76%), 13.377 mil km² no bioma da Amazônia (23%) e 276 km² no Pantanal (0,5%). O ano que apresentou a maior área de plantio de soja foi o de 2005, com 59.427 km². Considerando o ano de 2002, que teve a menor área de soja, e o ano de 2005 a maior, a área expandiu 1,6 vezes. Houve uma tendência de aumento até 2005, com reduções nos anos seguintes, especialmente em 2007.

Tabela 1. Área de Soja (km²) por bioma no estado do Mato Grosso.

ANO	TOTAL	Amazônia	%	Cerrado	%	Pantanal	%
2002	38.326	4.304	11	33.929	89	94	0,2
2003	44.525	5.883	13	38.532	87	110	0,2
2004	53.918	9.200	17	44.608	83	109	0,2
2005	59.427	13.168	22	46.150	78	108	0,2
2006	58.003	12.280	21	45.548	79	174	0,3
2007	47.898	10.620	22	37.129	78	149	0,3
2008	57.582	13.377	23	43.929	76	276	0,5
2009	56.194	13.886	25	42.255	75	53	0,1

No entanto, quando se observa a expansão da soja dentro dos biomas, nota-se que para o bioma Amazônia ocorreu um aumento progressivo praticamente em todos os anos, exceto em 2006 e 2007, onde de 13.168 km² de área em 2005, caiu para 12.280 e 10.620, respectivamente, apontando possivelmente reflexo da moratória da soja (ABIOVE, 2012), voltando a crescer em 2008 e encontrando o pico de área plantada em 2009, com 13.886 km². Para o cerrado, essa tendência de aumento ocorreu até 2005, onde se encontra o ápice da área plantada no bioma, com 46.150 km², e nos demais anos esses valores foram progressivamente menores. Para o bioma pantanal, a área ocupada pela soja é muito pouco expressiva.

Quando os valores anuais de soja foram sobrepostos ao mapa de APC's (Tabela 2-a e Figura 2), observa-se um crescimento da área de soja dentro das APC's ao longo dos anos, tendo sua área expandida em 2,3 vezes (4.048 para 9.252 km²). O ano de 2006 foi o que apresentou a maior ocupação, com 16,9% (9.829 km²), seguido por redução de área em 2007 e aumento da proporção nos demais anos. A correlação encontrada entre a expansão da soja e a expansão da soja em APC's foi de 0,98%, e a regressão linear de 0,89, ou seja, o aumento da soja no estado foi proporcional ao aumento de soja nas APC's.

No caso das APC's da Amazônia mato-grossense, esse aumento ocorreu de forma mais acentuada (Tabela 2 b), onde se observa que a área de soja em 2009 apresentava-se cinco vezes maior do que a encontrada em 2002. Em 2002 a soja nessa área representava 18,9%, ou 764 km², e em 2009 essa proporção subiu para 40,5%, o equivalente a 3.749 km².

Nota-se também que em todos os anos houve aumento de área de soja quando se considera as APC's na Amazônia do estado, com exceção para o ano de 2007, que foi um ano de queda do plantio de soja no estado e nas APC's (vide figura 2), provável reflexo da moratória da soja (ABIOVE, 2012). Ainda assim, proporcionalmente houve crescimento, variando de 32,6% em 2006 para 36,1% em 2007, pois nesse ano a ocupação das APC's no cerrado teve uma forte queda, aumentando a proporção da ocupação para o bioma amazônico.

Tabela 2. (a) Área de soja nas APC's do estado e (b) Área de soja nas APC's da Amazônia Mato-grossense.

(a) Soja nas APC's - MT			(b) Soja APC's Amazônia - MT	
Ano	km ²	%	km ²	%
2002	4.048	10,6	764	18,9
2003	5.060	11,4	1.031	20,4
2004	7.845	14,5	2.003	25,5
2005	9.558	16,1	3.107	32,5
2006	9.829	16,9	3.204	32,6
2007	7.348	15,3	2.653	36,1
2008	9.468	16,4	3.539	37,4
2009	9.252	16,5	3.749	40,5

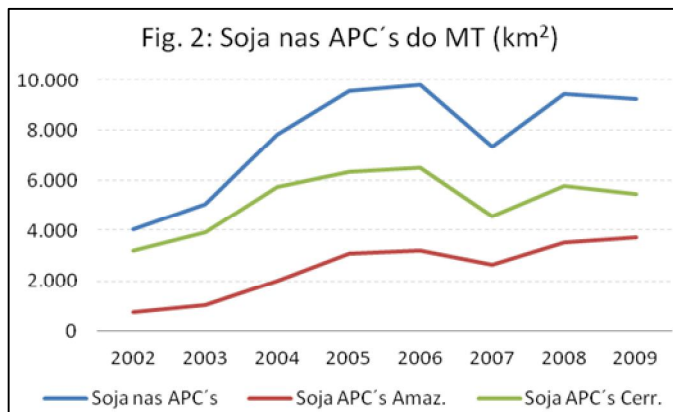


Figura 2: Soja nos biomas das APC's do Mato Grosso.

A figura 3 apresenta a interseção da soja com as APC's do estado quanto ao Tipo (áreas novas ou já protegidas). A soja está ocupando 121 delas.

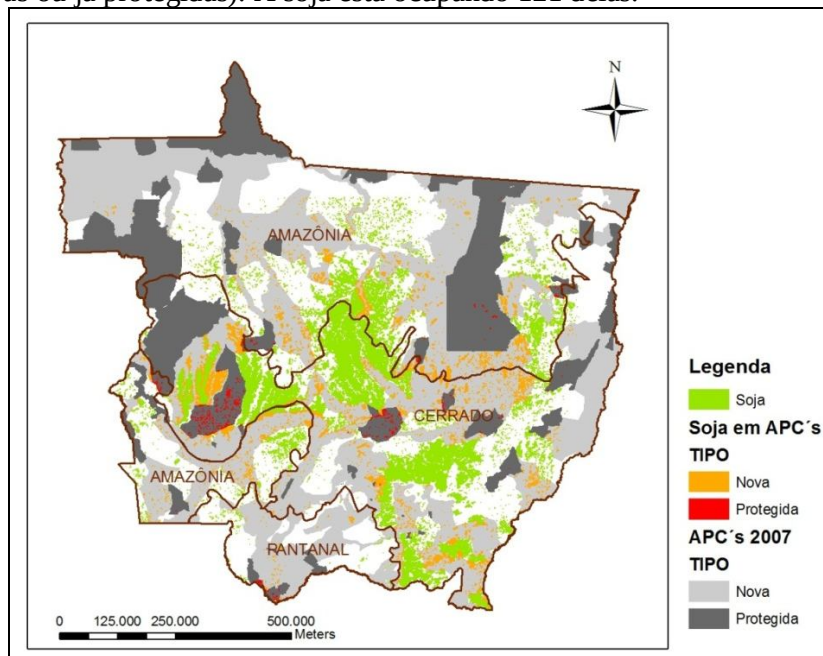


Figura 3: Ocupação da Soja nas APC's quanto ao Tipo no Estado.

Ao longo dos anos a soja distribuiu-se praticamente sobre APC's novas (96 a 98%), como se nota na tabela 3 (a), ocorrendo em menor quantidade nas áreas protegidas (2 a 4%). A concentração em áreas protegidas ocorre no centro e com maior proporção no centro-oeste do estado (vide figura 3, em vermelho).

Com relação à ocorrência de soja em áreas com diferentes graus de importância biológica, mais da metade das áreas em 2002 distribuíam-se em áreas com importância "extremamente alta" (52%), reduzindo essa porcentagem de distribuição continuamente ao longo dos anos, para 42% (Tabela 3 b), mesmo com o aumento da área ocupada.

Tabela 3. Área de soja (km²) nas APC's do estado do Mato Grosso representadas por (a) Tipo, (b) Importância Biológica e (c) Prioridade de Ação.

SOJA	(a) APC's: TIPO				(b) APC's: IMPORTÂNCIA				(c) APC's: PRIORIDADE							
Ano	Prot.	%	Nova	%	Alta	%	Mto Alta	%	Extr. Alta	%	Alta	%	Mto Alta	%	Extr. Alta	%
2002	154	4	3895	96	1263	31	671	17	2114	52	953	24	2308	57	788	19
2003	116	2	4944	98	1545	31	890	18	2625	52	1204	24	2875	57	980	19
2004	217	3	7628	97	2042	26	1915	24	3888	50	1628	21	4445	57	1771	23
2005	322	3	9236	97	2274	24	2801	29	4484	47	1858	19	5522	58	2178	23
2006	394	4	9435	96	2302	23	3026	31	4501	46	1957	20	5558	57	2314	24
2007	171	2	7177	98	1826	25	2404	33	3118	42	1444	20	4240	58	1664	23
2008	339	4	9130	96	2035	21	3230	34	4203	44	1758	19	5557	59	2153	23
2009	299	3	8953	97	1976	21	3348	36	3927	42	1660	18	5504	59	2088	23

Na figura 4, em vermelho, é possível observar que essas áreas em 2007 se distribuíam na parte central do estado, com menor quantidade no sudeste e centro-oeste, e as áreas com importância “muito alta” aumentaram de 17% em 2002 para 36% em 2009.

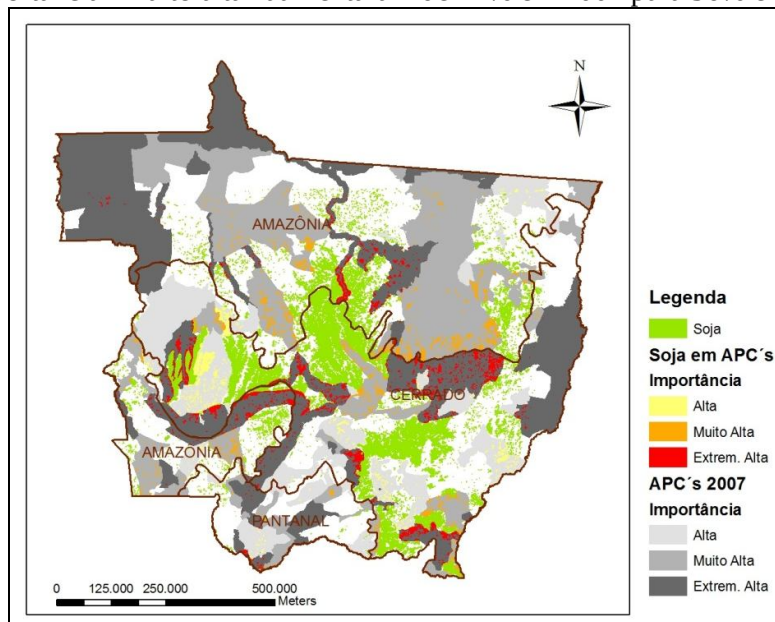


Figura 4: Ocupação da Soja nas APC's do Estado do Mato Grosso quanto a Importância Biológica.

Em relação às áreas com diferentes graus de prioridade de ação (Tabela 3 c), quase 60% dos dados se concentraram em áreas com prioridade “muito alta”, variando entre 57 e 59% ao longo dos anos. Sua distribuição em 2007 se deu preferencialmente na parte central do estado (Figura 5, em laranja). Nota-se também um aumento de 19 para 23% nas áreas com prioridade de ação “extremamente alta”, e o oposto para as áreas com prioridade “alta”, que decresceram de 24 para 18% a área de soja.

Com relação ao desflorestamento no bioma amazônico do estado, quando se compara os dados obtidos pelo PRODES com os dados de ocupação da soja nas APC's (Figura 6), observa-se um comportamento inverso, ou seja, à medida que o desflorestamento diminuiu praticamente ao longo de todos os anos, a ocupação da soja em APC's mostrou relativo aumento, com exceção de para o ano de 2007.

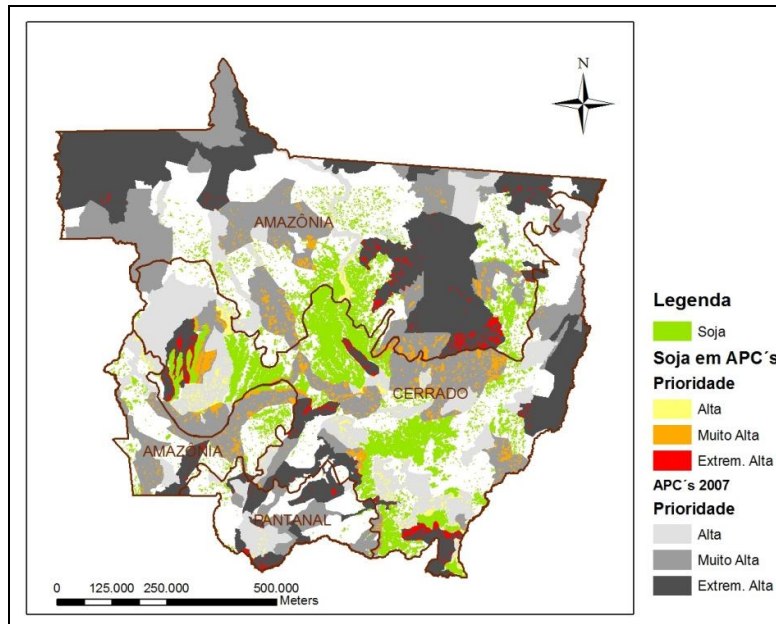


Figura 5: Ocupação da Soja nas APC's do Mato Grosso quanto a Prioridade de Ação.

A correlação entre o desflorestamento no bioma Amazônia com a soja nas APC's desse bioma no estado entre 2002 e 2009 foi de - 0,81, sendo a regressão melhor ajustada a polinomial de ordem dois, em 0,69.

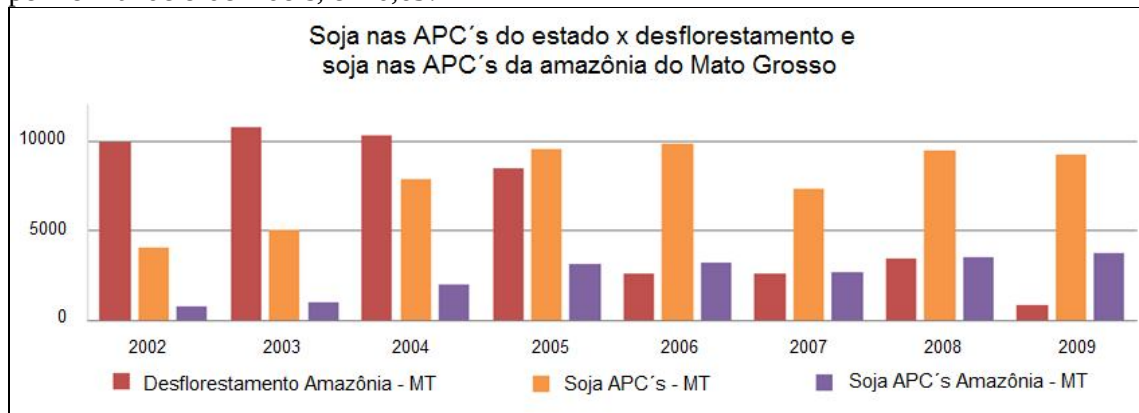


Figura 6: Desflorestamento no bioma amazônico do Mato Grosso e a Ocupação da Soja nas APC's da Amazônia mato-grossense e nas APC's do estado.

Essa correlação indica que mesmo que o desflorestamento no bioma florestal do estado tenha diminuído entre 2002 e 2009, especialmente a partir de 2006 (possivelmente devido à moratória da soja), os dados apontam para a expansão da área de soja plantada, principalmente na dentro do bioma amazônia, possivelmente em áreas que foram abertas anteriormente para pastagem.

Macedo et al (2012) observaram que entre 2006 a 2010 o desmatamento no estado de fronteira da Amazônia do Mato Grosso diminuiu 30% de sua média histórica (1996 -2005), enquanto que a produção agrícola atingiu a maior alta de todos os tempos. Os autores verificaram que na região de floresta do Estado, o aumento da produção de soja a partir de 2001 a 2005 foi devido à expansão em terras agrícolas anteriormente desmatadas e eram pastagens (74%) ou florestas (26%), e que de 2006 a 2010, 78% do aumento da produção foram devidas à expansão em área previamente limpas (aumento de 22% no rendimento).

4. Conclusões

A ocupação da soja em áreas com importância biológica “extremamente alta” em 2002 ocorria em mais da metade das APC's (52%), porém, houve redução da distribuição até 2009 (42%), passando a aumentar em áreas com grau de importância “muito alta”. Observou-se também que a soja em áreas com prioridade de ação muito alta expandiu ao longo dos anos atingindo quase 60 % das áreas.

Considerando o bioma amazônico do estado do Mato Grosso, a correlação entre o desflorestamento e a soja nas APC's desse bioma entre 2002 e 2009 foi de - 0,81, ou seja, apesar da redução do desflorestamento no estado do Mato Grosso dentro desse bioma, a área plantada por soja vem aumentando gradualmente e mais acentuadamente dentro do Bioma Amazônia. Os dados mostram que a área da soja triplicou nesse intervalo, e especialmente nas APC's da Amazônia mato-grossense, a expansão da área ao longo dos anos foi cinco vezes maior do que nas demais áreas.

Agradecimentos

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e à agência de fomento Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa.

5. Referências Bibliográficas

ABIOVE, Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Disponível em: http://www.abiove.com.br/ss_moratoria_br.html. Acesso em 10/11/2012.

Brasil, Projeções do Agronegócio Brasil 2011/12 a 2021/22. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20\(2\)\(1\).pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20(2)(1).pdf). Acesso em 12/11/2012.

CONAB Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2011/12 – Décimo Levantamento – Julho/2012. Companhia Nacional de Abastecimento. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_10_17_16_09_58_boletim_graos_-_julho_2012.pdf. Acessado em 11/11/2012.

Durigan et al. Protocolo de Avaliação de Áreas Prioritárias para a Conservação da Mata Atlântica na Região da Serra do Mar/Paranapiacaba. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 39-54, jun. 2009.

Ferreira, G. Análise dos dados do desmatamento nas áreas prioritárias da fiscalização do IBAMA, Diretoria de Proteção Ambiental. CGZAM/IBAMA. VII Seminário Técnico-Científico de avaliação dos dados de desmatamento na Amazônia Legal, Brasília, 20 e 21 de maio 2010. Disponível em: <http://www>

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Banco de dados PRODES, 2012. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2009.htm. Acesso em: 15 ago. 2012.

Macedo, M.N.; DeFries, R.S.; Morton, D.C.; Stickler, C.M.; Galford, G.L.; Shimabukuro, Y.E. Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s. PNAS. 2012 Jan 9; (10.1073).

MMA, Mapa das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade Brasileira. 2007. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira/%C3%A1reas-priorit%C3%A1rias/item/476>. Acessado em 10/07/2012.

Rizzi, R.; Risso, J.; Epiphanyo, R. D. V.; Rudorff, B. F. T.; Formaggio, A. R.; Shimabukuro, Y. E.; Fernandes, S. L. Estimativa da área de soja no Mato Grosso por meio de imagens MODIS. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto (SBSR), 14. 2009, Natal. Anais... São José dos Campos: INPE, 2009. p. 387-394.

Rosa, M. R. (coord) Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira. Atualização: Portaria MMA Nº 9, de 23 de Janeiro de 2007. Ministério do Meio Ambiente. (Série Biodiversidade 31). 301 p. 2007. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=14&idConteudo=743&idMenu=356>. Acesso em: 02 nov 2010.

Sparovek, G. et al Considerações sobre o Código Florestal Brasileiro. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil, 2010. Disponível em: http://eco.ib.usp.br/lepac/codigo_florestal/Sparovek_et_al_2010.pdf. Acesso em: 27 ago 2010.