



Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**



sid.inpe.br/mtc-m19/2013/02.27.01.54-TDI

DIAGNÓSTICO ESPACIALMENTE EXPLÍCITO DA EXPANSÃO DA SOJA NO MATO GROSSO DE 2000 A 2012

Joel Risso

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, orientada pelo Dr. Bernardo Friedrich Theodor Rudorff, aprovada em 08 de março de 2013.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3DKND9B>>

INPE
São José dos Campos
2013

PUBLICADO POR:

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 - CEP 12.245-970

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3208-6923/6921

Fax: (012) 3208-6919

E-mail: pubtc@sid.inpe.br

CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELLECTUAL DO INPE (RE/DIR-204):

Presidente:

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Membros:

Dr. Antonio Fernando Bertachini de Almeida Prado - Coordenação Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

Dr^a Inez Staciarini Batista - Coordenação Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA)

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação Observação da Terra (OBT)

Dr. Germano de Souza Kienbaum - Centro de Tecnologias Especiais (CTE)

Dr. Manoel Alonso Gan - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

Dr^a Maria do Carmo de Andrade Nono - Conselho de Pós-Graduação

Dr. Plínio Carlos Alvalá - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CST)

BIBLIOTECA DIGITAL:

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação de Observação da Terra (OBT)

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Yolanda Ribeiro da Silva Souza - Serviço de Informação e Documentação (SID)

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:

Maria Tereza Smith de Brito - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Luciana Manacero - Serviço de Informação e Documentação (SID)



Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**



sid.inpe.br/mtc-m19/2013/02.27.01.54-TDI

DIAGNÓSTICO ESPACIALMENTE EXPLÍCITO DA EXPANSÃO DA SOJA NO MATO GROSSO DE 2000 A 2012

Joel Risso

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, orientada pelo Dr. Bernardo Friedrich Theodor Rudorff, aprovada em 08 de março de 2013.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3DKND9B>>

INPE
São José dos Campos
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Risso, Joel.
R497d Diagnóstico espacialmente explícito da expansão da soja no Mato Grosso de 2000 a 2012 / Joel Risso. – São José dos Campos : INPE, 2013.
xx + 110 p. ; (sid.inpe.br/mtc-m19/2013/02.27.01.54-TDI)

Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2013.

Orientador : Dr. Bernardo Friedrich Theodor Rudorff.

1. séries temporais Modis. 2. expansão da soja. 3. desflorestamento. 4. Moratória da Soja. I.Título.

CDU 528.8

Copyright © 2013 do MCT/INPE. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação, ou transmitida sob qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotográfico, reprográfico, de microfilmagem ou outros, sem a permissão escrita do INPE, com exceção de qualquer material fornecido especificamente com o propósito de ser entrado e executado num sistema computacional, para o uso exclusivo do leitor da obra.

Copyright © 2013 by MCT/INPE. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, microfilming, or otherwise, without written permission from INPE, with the exception of any material supplied specifically for the purpose of being entered and executed on a computer system, for exclusive use of the reader of the work.

Aprovado (a) pela Banca Examinadora
em cumprimento ao requisito exigido para
obtenção do Título de **Mestre** em
Sensoriamento Remoto


Dr. Yosio Edemir Shimabukuro


Presidente / INPE / São José dos Campos - SP

Dr. Bernardo Friedrich Theodor Rudorff


Orientador(a) / INPE / SJCampos - SP

Dra. Maria Isabel Sobral Escada


Membro da Banca / INPE / SJCampos - SP

Dr. Rodrigo Rizzi


Convidado(a) / UFPel / Capão do Leão - RS

Este trabalho foi aprovado por:

maioria simples

unanimidade

Aluno (a): **Joel Rizzo**

São José dos Campos, 08 de Março de 2013

“Faça o que pode, com o que tem, onde estiver”.

Theodore Roosevelt

Dedico e ofereço este trabalho a meus pais Geraldo Risso e Gilse Donin Risso, meus grandes apoiadores e conselheiros. Presto ainda uma homenagem especial à minha irmã Daniela Risso (in memoriam), um exemplo de vida e eterna fonte de força e inspiração.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que além de ser fonte de vida e de inspiração, foi também uma fortaleza segura em todos os momentos.

A meus pais Geraldo Risso e Gilse Donin Risso pelo apoio, pelo exemplo de vida e por terem participado ativamente de toda esta jornada, mesmo que a distância impedisse uma presença física constante.

Aos meus colegas de curso, que tive a honra de conhecer, conviver, estudar e celebrar muitas conquistas juntos.

Ao Dr. Bernardo F. T. Rudorff pela confiança e por ter sido um verdadeiro orientador em todos os momentos e temas que transcenderam os limites da ciência.

Ao Dr. Rodrigo Rizzi por ter me proporcionado o primeiro contato com o universo do sensoriamento remoto, pela orientação na graduação e pelo apoio e amizade de sempre.

Aos meus colegas e grandes amigos do ambiente cotidiano de trabalho: Marcos Adami, Moisés Pereira Galvão Salgado, Fernando Yuzo Sato, Luciana de Oliveira, Flávia de Souza Mendes, Luciana Miura Sugawara e André Moscardo Salles Almeida Luz, os quais acompanharam de perto o desenvolvimento deste trabalho, compartilharam experiências e proporcionaram um ambiente de discussões produtivas que ajudaram a nortear a condução deste trabalho.

A todos os colegas integrantes do Laboratório de Sensoriamento Remoto Aplicado à Agricultura e Floresta (LAF) do INPE, pelas experiências compartilhadas, pelas oportunidades de trabalho conjunto, que me proporcionaram um crescimento pessoal e profissional singular.

A todos os professores, servidores e amigos do INPE que, direta ou indiretamente, contribuíram para que a realização deste trabalho fosse possível.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro concedido por meio de bolsa de mestrado.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo retratar, de forma espacialmente explícita, a expansão da soja observada no Mato Grosso, particularmente sobre desflorestamentos ocorridos: 1) antes de 2000; 2) entre 2000 e 2006; e 3) de 2007 a 2011, período este que corresponde à Moratória da Soja. A análise teve por base tanto os mapas de desflorestamento do Projeto PRODES, quanto os mapas de soja obtidos a partir de séries temporais de imagens de sensoriamento remoto. As imagens compostas de 16 dias do sensor MODIS foram transformadas em imagens de EVI2, que foram processadas, a fim de obter o *Crop Enhancement Index* (CEI) para gerar os mapas de soja dos anos/safra 2000/01 a 2011/12 do Mato Grosso. Estes mapas foram analisados considerando os limites dos biomas e dos municípios do Mato Grosso em conjunto com os mapas anuais do desflorestamento do PRODES. Desta forma, a evolução do cultivo de soja sobre desflorestamentos no bioma Cerrado (somente formações florestais) e no bioma Amazônia foi avaliada tanto anualmente quanto para os períodos pré- e pós-Moratória. Adicionalmente, foi avaliada a presença de soja em assentamentos, terras indígenas e unidades de conservação do Mato Grosso, onde os valores de área de soja encontrados no ano/safra 2011/12 foram de 149, 50 e 37 mil hectares (ha), respectivamente. A área de soja no ano/safra 2000/01 na porção do bioma Amazônia do Mato Grosso foi de 266 mil ha, sendo 178 mil ha sobre desflorestamentos do PRODES acumulados até 2000. Um aumento na área de soja foi observado neste bioma entre os anos/safra 2001/02 e 2004/05, seguido de uma redução nos anos/safra 2005/06 e 2006/07, quando retomou o crescimento e alcançou 2,0 milhões de ha (Mha) de soja no ano/safra 2011/12, sendo 1,73 Mha sobre desflorestamentos do PRODES acumulados até 2011. No período pré-Moratória, entre os anos/safra 2000/01 e 2006/07, a soja expandiu 780 mil ha no bioma Amazônia mato-grossense, sobre desflorestamentos do PRODES, enquanto que o desflorestamento aumentou de 11,6 em 2000 para 16,3 Mha em 2006. Durante a Moratória (anos/safra 2006/07 a 2011/12) a soja continuou expandindo e incorporou uma área de 772 mil ha de áreas desflorestadas, com apenas 14,4 mil ha sobre desflorestamentos do período pós-Moratória, indicando que a recente expansão da soja ocorreu, predominantemente, em desflorestamentos ocorridos antes de 2006. Embora a Moratória se refira apenas ao bioma Amazônia, uma expansão relativamente pequena de 4,6 mil ha de soja foi observada sobre formações florestais no bioma Cerrado a partir de 2007. Logo, é plausível considerar que a soja não vem sendo um vetor significativo de desflorestamento do Mato Grosso, principalmente nos anos anteriores a 2000 e após o estabelecimento da Moratória da Soja em 2006. Considerando ainda a plena trajetória de intensificação da pecuária na região Amazônica e a consequente liberação de áreas de pastagem para outros usos, a expansão da soja poderá continuar no Mato Grosso, sem prejuízo para a produção pecuária e sem a necessidade de novos desflorestamentos.

SPATIALLY EXPLICIT DIAGNOSIS OF SOY EXPANSION IN MATO GROSSO FROM 2000 TO 2012

ABSTRACT

The present work aimed to picture, in a spatially explicit way, the soy expansion observed in Mato Grosso, particularly over deforestations performed: 1) prior to 2000; 2) from 2000 to 2006; and 3) from 2007 to 2011, which corresponds to the Soy Moratorium period. The analysis was based on both deforestation maps from the PRODES Project and soy maps obtained from time series of remote sensing images. The 16 days composed images of the MODIS sensor were transformed to EVI2 images which were processed to obtain the Crop Enhancement Index (CEI) to generate the soy maps from crop years 2000/01 to 2011/12 in Mato Grosso. Those maps were analyzed considering the boundaries of the biomes and the municipalities of Mato Grosso together with the annual deforestation maps from PRODES. Thus, the evolution of soy plantations over deforestations in the Cerrado biome (only forest formation) and the Amazon biome of Mato Grosso were evaluated not only for each crop year but also for the periods prior and after the Moratorium. Additionally, the presence of soy plantations in settlements, indigenous land (*terras indígenas*), and conservation units (*unidades de conservação*) of Mato Grosso were also evaluated, where the soy area values found, for crop year 2011/12, were of 149, 50 and 37 thousand hectares, respectively. The soy area in crop year 2000/01, in the portion of the Amazon biome in Mato Grosso, was 266 thousand hectares, of which 178 thousand hectares over PRODES deforestations accumulated until 2000. An increase in the soy area was observed in this biome from crop years 2001/02 to 2004/05, followed by a decrease in crop years 2005/06 and 2006/07, with a subsequent increase reaching 2.0 million hectares (Mha) of soy in crop year 2011/12, of which 1.73 Mha over PRODES deforestation accumulated until 2011. In the period prior to the Moratorium, from crop years 2000/01 to 2006/07, soy expanded 780 thousand hectares, while deforestation increased from 11.6 in 2000 to 16.3 Mha in 2006 in the Amazon biome of Mato Grosso. During the Moratorium (crop years 2006/07 to 2011/12) the soy continued expanding and incorporated a soy area of 772 thousand hectares of deforested land, with only 14.4 thousand hectares expanding over deforested land performed after the Moratorium, indicating that the recent soy expansion is predominately occurring on land that was deforested prior to the beginning of the Moratorium. Although the Moratorium states only for the Amazon biome, a relative small soy expansion of 4.6 thousand hectares was observed on forested land in the Cerrado biome since 2007. Therefore, it is plausible to consider that soy has not been a significant deforestation driver in Mato Grosso, mainly in the years prior to 2000 and after the Soy Moratorium establishment in 2006. Furthermore, considering the major cattle raising intensification in the Brazilian Amazon region and the consequent release of pasture land for other land uses, the soy expansion can further continue in Mato Grosso, without either precluding the cattle raising activity or causing new deforestations.

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1.1 - Balança comercial brasileira de 2000 a 2011. Destaques para o saldo do agronegócio (azul), do complexo soja (verde) e dos demais setores da economia (vermelho).	1
Figura 2.1 - Taxas anuais de desflorestamento da Amazônia Legal e do Mato Grosso entre os anos de 1988 e 2012. Destaque para as datas de início das ações do PPCDAM (pós-2004), Moratória da Soja (pós-2006) e Moratória Carne (pós-2009).	10
Figura 2.2 - Curvas espectrais de vegetação verde sadia, vegetação senescente e solo argiloso seco obtidas em laboratório. Destaque para a posição e a resolução espectral das bandas 1 – 7 do sensor MODIS.	14
Figura 3.1 - Área de estudo, o estado do Mato Grosso, com a delimitação dos biomas Cerrado, Amazônia e Pantanal.	25
Figura 3.2 - Fluxograma metodológico indicando os dados de entrada (contorno em preto), etapas de processamento (contorno alaranjado), resultados intermediários (contorno azul) e resultados finais (contorno verde).	28
Figura 3.3 - Exemplo de uma máscara das áreas não-agrícolas do estado do Mato Grosso para o ano de 2006.	29
Figura 3.4 - Exemplo de agregação de desflorestamentos adjacentes do PRODES para a formação de um polígono maior que 25 ha.	32
Figura 3.5 - Área total acumulada dos desflorestamentos do PRODES e a área total acumulada dos desflorestamentos do PRODES agregados (maiores que 25 ha) no estado do Mato Grosso.	33
Figura 4.1 - Área de soja mapeada via CEI/MODIS e os percentuais em cada bioma do Mato Grosso, por ano/safra. *Preço FOB médio à vista do período de pré- semeadura da safra (01 de abril a 30 de setembro) praticado no porto de Paranaguá-PR.	36
Figura 4.2 - Desflorestamento total acumulado do bioma Amazônia no Mato Grosso e a ocupação relativa destes desflorestamentos pela soja do ano/safra 2000/01 a 2011/12.	39
Figura 4.3 - Comparativo entre os dados de área de soja do monitoramento de referência da Moratória e os dados oriundos do mapeamento via CEI/MODIS.	40
Figura 4.4 - Mapa da área de soja do bioma Amazônia mato-grossense no ano/safra 2000/01, sobre desflorestamentos e sobre áreas originalmente cobertas com fitofisionomias do Cerrado (formações de Cerrado), bem como os remanescentes florestais preservados até 2000.	45
Figura 4.5 - Mapa da área de soja do bioma Amazônia mato-grossense no ano/safra 2006/07, sobre desflorestamentos e sobre áreas originalmente cobertas com fitofisionomias do Cerrado (formações de Cerrado), bem como os remanescentes florestais preservados até 2006.	47

Figura 4.6 - Mapa da área de soja do bioma Amazônia mato-grossense no ano/safra 2011/12, sobre desflorestamentos e sobre áreas originalmente cobertas com fitofisionomias do Cerrado (formações de Cerrado), bem como os remanescentes florestais preservados até 2011.....	49
Figura 4.7 - Desflorestamento total acumulado do bioma Cerrado mato-grossense e a ocupação relativa destes desflorestamentos pela soja do ano/safra 2000/01 a 2011/12.....	51
Figura 4.8 - Distribuição espacial das áreas cultivadas com soja no PA Tapurah/Itanhanga e o PA Eldorado I - ano/safra 2011/12.	54
Figura 4.9 - Principais terras indígenas do oeste do Mato Grosso em que foi verificada ocorrência de áreas de soja nos últimos anos/safra. Destaque para áreas de soja mapeadas no ano/safra 2011/12.....	57
Figura 4.10 - Terra indígena Marãiwatsédé, localizada no leste do Mato Grosso, em que foi verificada ocorrência de áreas de soja nos últimos anos/safra. Destaque para áreas de soja mapeada no ano/safra 2011/12.	58
Figura 4.11 - Principais unidades de conservação do Mato Grosso em que foi verificada ocorrência de áreas de cultivo de soja nos últimos anos/safra. Destaque para áreas de soja mapeada no ano/safra 2011/12.	60
Figura A.1 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso do ano/safra 2000/01, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.....	77
Figura A.2 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso no ano/safra 2001/02, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.....	77
Figura A.3 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso no ano/safra 2002/03, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.....	78
Figura A.4 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso no ano/safra 2003/04, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.....	78
Figura A.5 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso no ano/safra 2004/05, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.....	79
Figura A.6 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso no ano/safra 2005/06, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.....	79
Figura A.7 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso no ano/safra 2006/07, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.....	80
Figura A.8 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso no ano/safra 2007/08, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.....	80
Figura A.9 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso no ano/safra 2008/09, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.....	81
Figura A.10 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso no ano/safra 2009/10, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.....	81
Figura A.11 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso no ano/safra 2010/11, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.....	82
Figura B.1 - Análise de correlação entre as áreas de soja estimadas para os municípios do Mato Grosso pelo IBGE e via CEI/MODIS nos anos/safra 2000/01 a 2005/06.....	96
Figura B.2 - Análise de correlação entre as áreas de soja estimadas para os municípios do Mato Grosso pelo IBGE e via CEI/MODIS nos anos/safra 2006/07 a 2010/11.....	97

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
Tabela 4.1 - Área de soja cultivada sobre áreas desflorestadas por ano em que o desflorestamento foi mapeado pelo PRODES.	42
Tabela 4.2 - Principais terras indígenas do Mato Grosso que apresentaram cultivo de soja nas safras 2000/01, 2006/07 e 2011/12.	56
Tabela B.1 - Áreas de soja (ha) estimadas pelo IBGE e via CEI/MODIS nos anos/safra 2000/01 a 2005/06 para os municípios do Mato Grosso.....	83
Tabela B.2 - Áreas de soja (ha) estimadas pelo IBGE e via CEI/MODIS nos anos/safra 2006/07 a 2011/12 para os municípios do Mato Grosso.....	89
Tabela C.1 - Áreas de soja (ha) estimadas via CEI/MODIS nos anos/safra 2000/01 a 2011/12 para todos os municípios do Mato Grosso, destacando as proporções cultivadas em cada bioma que compõe o município.....	98
Tabela D.1 - Porções dos desflorestamentos do bioma Amazônia nos municípios monitorados pela Moratória que estavam ocupados com soja nos anos/safra 2000/01, 2006/07 e 2011/12.....	107

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Motivação e justificativa.....	1
1.2 Hipótese	5
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo geral	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	7
2.1 História da cultura da soja.....	7
2.2 A soja no Mato Grosso	7
2.3 O desflorestamento no Mato Grosso	8
2.4 Exigências climáticas da cultura da soja.....	11
2.5 Fenologia da soja	12
2.6 Sensoriamento remoto ótico aplicado à agricultura.....	13
2.6.1 Comportamento espectral de alvos agrícolas	13
2.6.2 Índices de vegetação.....	16
2.6.3 Uso da multitemporalidade em estudos de monitoramento agrícola.....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1 Área de estudo	25
3.2 Material.....	26
3.3 Metodologia.....	28
3.3.1 Fluxograma metodológico.....	28
3.3.2 Máscaras anuais de áreas não-agrícolas do Mato Grosso.....	28
3.3.3 Mapeamento das áreas de soja no Mato Grosso.....	30
3.3.4 Processamento dos dados de desflorestamento do PRODES.....	31
3.3.5 Análise dos dados	33
4 RESULTADOS.....	35
4.1 Dinâmica de ocupação da soja no Mato Grosso	35
4.2 O caso da soja no bioma Amazônia mato-grossense	38

4.2.1	Diagnóstico quantitativo da ocupação dos desflorestamentos no bioma Amazônia pela soja vs. Moratória da Soja	38
4.2.2	Dinâmica territorial do avanço da soja no bioma Amazônia.....	44
4.3	O caso da soja nas formações florestais do bioma Cerrado mato-grossense...	51
4.4	O caso da soja nos assentamentos do INCRA no Mato Grosso	53
4.5	O caso da soja nas terras indígenas no Mato Grosso	55
4.6	O caso da soja nas unidades de conservação no Mato Grosso	59
5	CONCLUSÕES	63
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
	APÊNDICE A - MAPAS DE SOJA DO Mato Grosso OBTIDOS VIA CEI/MODIS	
	77	
	APÊNDICE B - COMPARATIVO ENTRE AS ESTIMATIVAS DAS ÁREAS DE SOJA DO IBGE E AQUELAS OBTIDAS VIA CEI/MODIS POR MUNICÍPIO.	83
	APÊNDICE C - ÁREAS DE SOJA DOS MUNICÍPIOS DO Mato Grosso OBTIDAS VIA CEI/MODIS - ANÁLISE POR BIOMA	98
	APÊNDICE D - SOJA EM DESFLORESTAMENTOS DO BIOMA AMAZÔNIA - MUNICÍPIOS DA MORATÓRIA DA SOJA.....	107

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação e justificativa

Competitivo, moderno e com ganhos notáveis de eficiência nos últimos anos, o agronegócio brasileiro é responsável por 22,1% do Produto Interno Bruto (PIB), 37% das exportações totais (ano de 2011) e aproximadamente um terço dos empregos brasileiros (BRASIL, 2012a, CEPEA, 2013). Em 2011, o superávit de US\$ 29,8 bilhões da balança comercial brasileira foi alavancado, sobretudo, pelo desempenho do agronegócio, que encerrou o ano com um saldo positivo de US\$ 77,5 bilhões. Somente o complexo soja movimentou 31,1% desse total, atestando a aptidão desta *commodity* na geração de divisas para o País (BRASIL, 2012a; BRASIL, 2012b). A Figura 1.1, apresenta o histórico do saldo da balança comercial brasileira de 2000 a 2011, destacando o desempenho do agronegócio, do complexo soja e dos demais setores da economia.

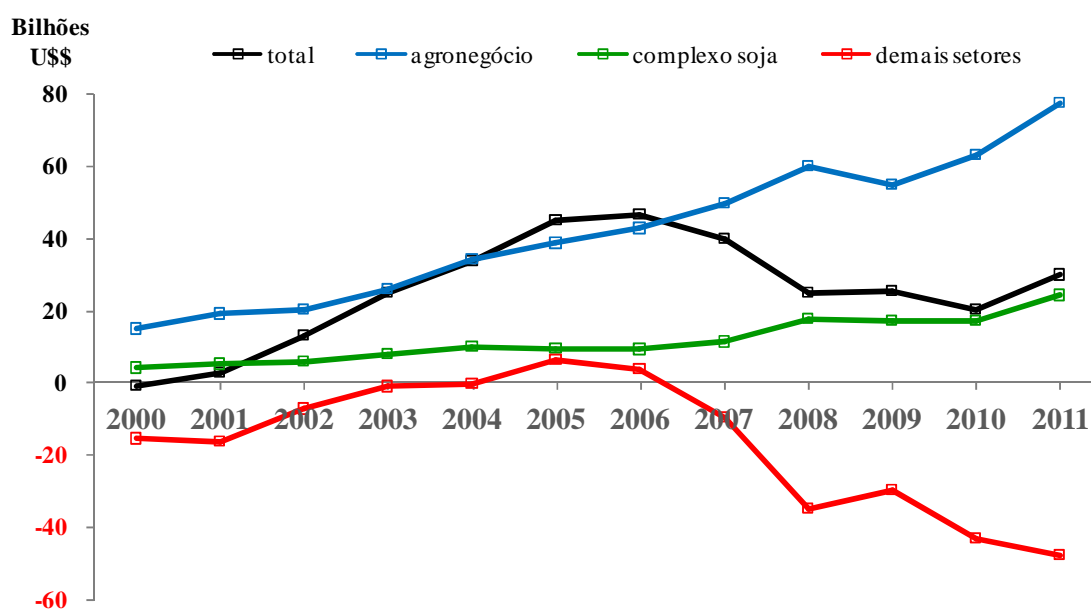


Figura 1.1 - Balança comercial brasileira de 2000 a 2011. Destaques para o saldo do agronegócio (azul), do complexo soja (verde) e dos demais setores da economia (vermelho).

Fonte: BRASIL (2012a); BRASIL (2012b).

A pauta de produção e exportação do setor agropecuário brasileiro é ampla. Isso se deve, entre outras coisas, à abundância de terras com alto potencial produtivo, energia solar farta e diversidade climática, que favorecem o desenvolvimento de uma agropecuária forte e diversificada. O Brasil ocupa o primeiro lugar no *ranking* de exportação de açúcar, carne bovina, carne de frango, café, suco de laranja e tabaco, vice-líder em soja e milho e está na quarta posição na carne suína (BRASIL, 2012c). Parte desse sucesso se deve às novas fronteiras agrícolas do Centro-Oeste, com destaque para o estado do Mato Grosso, principal produtor de grãos e carne bovina do País. Estimativas de 2012 indicam que, pela primeira vez na história, o Brasil poderá ultrapassar os Estados Unidos na produção de soja já na safra 2012/13 (CONAB, 2012a). A posição atual do Brasil na produção primária mundial, somado ao grande potencial para a expansão da produção agropecuária no País, o coloca na vanguarda como o grande absorvedor da demanda mundial por alimentos, que deve aumentar em 60% até 2050 em relação aos níveis produzidos em 2007 (OECD; FAO, 2012).

Apesar da importância do agronegócio e da eminente expansão dessa atividade sobre o seu território, o Brasil ainda carece de um sistema de monitoramento e mapeamento sistemático das grandes culturas agrícolas, com exceção da cana de açúcar (RUDORFF, et al., 2010). Isso abre espaço para especulações, tanto por parte do mercado, quanto da preservação ambiental. Um exemplo disso é o caso da soja na Amazônia, onde as altas taxas de desflorestamento verificadas no passado recente foram associadas à expansão da soja (GREENPEACE, 2006). Deste modo, o Brasil deixa de apropriar-se de algumas vantagens competitivas no mercado internacional, devido à carência de informações precisas e em tempo oportuno sobre a produção agrícola e sua relação com os aspectos ambientais.

As estatísticas agrícolas oficiais brasileiras ainda são levantadas, principalmente, de maneira subjetiva e somente são consolidadas a partir de dados de comercialização, meses após a colheita (PINO, 2001; IBGE, 2002). Ao contrário do Brasil, os Estados Unidos, historicamente primeiro colocado na produção mundial de soja, dispõe de um sistema de monitoramento e mapeamento das 15 principais culturas agrícolas cultivadas naquele País, através do *National Agricultural Statistics Service* (NASS), vinculado ao

United States Department of Agriculture (USDA). Tal sistema integra dados de sensoriamento remoto orbital e aéreo com dados de campo, fornecendo estimativas de área e produtividade com alta confiabilidade para a maioria dos estados, antes mesmo da colheita. Por conseguinte, essas informações obtidas em tempo hábil proporcionam uma maior capacidade de barganha do agronegócio norte-americano no mercado internacional. Os mapas agrícolas periódicos produzidos pelo NASS proveem ainda subsídios chave para estudos que avaliam aplicabilidade de dados do sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)* no mapeamento da soja e milho (CHANG et al., 2007), estudos epidemiológicos, avaliação no uso da água, risco de desastres naturais, intensificação agrícola e rotação de culturas, entre outros estudos relacionados com as mudanças de uso/cobertura da terra daquele País (BORYAN et al., 2011).

Por outro lado, o maior programa do mundo para monitoramento de florestas por meio de sensoriamento remoto, o Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (PRODES), desenvolvido e conduzido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), oferece as taxas anuais de desflorestamento da Amazônia Legal brasileira desde 1988 e também mapas anuais de desflorestamento, no formato digital, desde 2001 (INPE, 2012).

O monitoramento dos remanescentes de vegetação natural do bioma Mata Atlântica teve início em 1990, por meio de uma parceria firmada entre a Fundação SOS Mata Atlântica e o INPE. A partir de então, o monitoramento dos remanescentes florestais foi realizado em intervalos de cinco anos até 2005, passando por atualizações subsequentes em 2008, 2010 e 2012 (SOS MATA ATLÂNTICA, 2013).

Os demais biomas brasileiros também tiveram seu monitoramento realizado a partir do lançamento do edital para o mapeamento dos remanescentes preservados de vegetação natural pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) no escopo do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO), em 2004 (BRASIL, 2007). A fim de monitorar os desmatamentos ocorridos nos biomas brasileiros, com exceção da Amazônia, entre o mapeamento de 2002 do PROBIO e

2008, foi constituído um acordo de cooperação técnica internacional, envolvendo o MMA e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), que permitiu atualizar os mapas dos remanescentes preservados destes biomas para o ano de referência de 2008 (BRASIL, 2009).

A maior lacuna permanece, portanto, em programas de monitoramento da atividade agropecuária, devido às dificuldades técnicas e operacionais diversas para a implantação de programas de monitoramento e mapeamento agrícola periódico. Por exemplo, a dificuldade de obtenção de imagens de satélites livres de nuvens (sensores ópticos) no período da safra, particularmente nas regiões tropicais do Brasil. Os desafios são ainda maiores para as culturas de ciclos anuais, devido ao elevado dinamismo fenológico dentro de uma estreita janela temporal para a obtenção das imagens (ASNER, 2001).

Para o mapeamento de culturas agrícolas anuais (por exemplo, soja, milho, arroz e algodão) são demandadas imagens adquiridas em períodos críticos do seu desenvolvimento, assinalados a partir do conhecimento do calendário agrícola da região em questão. Porém, a frequente cobertura de nuvens por ocasião da safra, associada à relativa baixa resolução temporal dos sensores orbitais tem limitado a aplicação destas imagens a estudos locais (IPPOLITI-RAMILO et al., 2003; SUGAWARA et al., 2008) e poucos trabalhos relatam seu uso para estimativas de área cultivada em grandes regiões (RIZZI; RUDORFF, 2005), principalmente com uma conotação operacional (RUDORFF, et al., 2005). Alternativamente, surgem metodologias que levam em conta o comportamento espectro-temporal dos alvos e que demandam imagens em períodos regulares de tempo. Neste caso, faz-se uso principalmente de imagens adquiridas com alta resolução temporal, porém, com baixa resolução espacial, mas que podem ser uma opção em regiões de produção em larga escala (RUDORFF, C. et al., 2007; WARDLOW; EGBERT, 2008; RIZZI et al., 2009).

Nesse cenário, o advento do sensor MODIS no início da década de 2000 deu início a uma fase promissora em termos de monitoramento agrícola em grandes áreas (RUDORFF, C. et al., 2007). Sua resolução temporal quase diária permite a geração de mosaicos de imagens livres ou quase livres de nuvens, compostos dentro de um

determinado período, por exemplo, 16 dias (HUETE et al., 2002). Além disso, a alta qualidade radiométrica (VERMOTE et al., 2009) e geométrica (WOLFE et al., 2002), aliadas a uma resolução espacial de 250 m (pixel de 6,25 ha) nas bandas do vermelho e infravermelho próximo (IVP), dão forte alento para a potencialidade das imagens do sensor MODIS na identificação e quantificação de áreas agrícolas (RIZZI et al., 2009). Por exemplo, o monitoramento das áreas de desflorestamentos recentes no bioma Amazônia para identificação de cultivo de soja dentro do contexto da Moratória da Soja, doravante referenciada como Moratória, é uma aplicação que utiliza como base as informações extraídas das imagens MODIS (RUDORFF, et al., 2011, 2012).

1.2 Hipótese

Os mapas de soja do ano/safra 2000/01 a 2011/12, obtidos a partir de séries temporais de imagens MODIS, permitem avaliar a recente a dinâmica de expansão da soja no Mato Grosso e sua relação com o desflorestamento.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Compor retratos temporais espacialmente explícitos da expansão da soja no Mato Grosso, com base nos mapas de soja do ano/safra 2000/01 a 2011/12, obtidos por meio das séries temporais de imagens MODIS.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Quantificar e analisar anualmente a expansão da soja do ano/safra 2000/01 a 2011/12 nos biomas e municípios do Mato Grosso.
- b) Quantificar e analisar anualmente a expansão da soja do ano/safra 2000/01 a 2011/12 sobre áreas desflorestadas (fitofisionomias florestais) nas porções dos biomas Amazônia e Cerrado no Mato Grosso, no período anterior e posterior à Moratória.
- d) Quantificar e analisar anualmente a expansão da soja do ano/safra 2000/01 a 2011/12 nos assentamentos, terras indígenas e unidades de conservação no Mato Grosso.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 História da cultura da soja

Apesar de não se conhecer o local específico de onde a soja (*Glicine max* (L.) Merrill) começou a ser cultivada, existe o consenso de que sua região de origem seja o sudeste da Ásia (RIZZI, 2004), possivelmente na região do rio Yangtse, na China. Até aproximadamente 1895, ano do término da guerra entre a China e o Japão, a produção de soja ficou restrita à China. Ainda que conhecida e consumida pela civilização oriental por milhares de anos, só foi introduzida na Europa no final do século XV (EMBRAPA, 2004). No Brasil, os primeiros relatos do seu cultivo comercial datam de 1924 no Rio Grande do Sul, utilizando sementes advindas dos Estados Unidos. Em 1941, a soja aparece pela primeira vez nas estatísticas agrícolas oficiais brasileiras (RIZZI, 2004).

Entre o final da década de 1960 e meados de 1970, com a alta do preço da soja no mercado internacional, a área cultivada com a cultura aumentou consideravelmente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. A região Sul do Brasil apresentava as melhores condições edafoclimáticas para o desenvolvimento da cultura e uma infraestrutura já consolidada para a produção de trigo, que passou a ser aproveitada e ampliada para a produção de soja. Posteriormente, com os investimentos em melhoramento genético, ocorreu o que pode ser chamado de "tropicalização" da soja, permitindo que a cultura fosse implantada com sucesso em regiões de baixas latitudes, por exemplo, no Mato Grosso (EMBRAPA, 2004).

2.2 A soja no Mato Grosso

Com o desenvolvimento de novas tecnologias e sementes adaptadas às condições tropicais, a cultura expandiu-se para novas áreas no Centro-Oeste brasileiro, especialmente no Mato Grosso (BERTRAND et al., 2005). Atualmente, o Mato Grosso é o maior produtor brasileiro de soja e uma das principais fronteiras de agricultura tropical do mundo (GALFORD et al., 2008; CONAB, 2012a).

O deslocamento do eixo de produção da soja do sul para regiões do Cerrado e da Amazônia se deu de maneira distinta ao longo do tempo e do espaço (AGUIAR et al., 2007). Inicialmente, entre os anos de 1960 e 1980, foram promovidos diversos programas governamentais de incentivo à colonização, desenvolvimento e integração da região Amazônica à economia nacional (por exemplo, PROTERRA), que atraíram muitos agricultores do sul do Brasil para a região (MACHADO, 1998; LAURANCE et al., 2001; NEPSTAD et al., 2002; BECKER, 2005; JEPSON, 2006). Aliado a estes incentivos governamentais, que ofereciam isenção fiscal e infraestrutura mínima (construção de estradas), a vasta oferta de terras a preços irrisórios e a oportunidade de garantir a posse da terra por outros meios (grilagem ou garantia de posse pela comprovação do uso produtivo da terra), também atraía produtores e especuladores para a região (ALSTON et al., 2000).

A soja chega ao Mato Grosso em 1970, quando passou a ocupar as primeiras áreas, inicialmente desmatadas para a criação de gado. No entanto, a área ocupada com a cultura e sua produção só atinge dimensões relevantes a partir da década seguinte. A área de soja do estado, que era de 56,5 mil ha em 1980, alcançou o patamar de 3 milhões de hectares (Mha) em 2000, 6 Mha em 2005 e 7 Mha em 2012 (CONAB, 2012b). Após os anos de 1990, a expansão da fronteira agrícola, que no passado fora estimulada pelos programas do governo, passa a ser alavancada pelas forças do mercado, em especial pela demanda por soja da China e por carne do Oriente Médio e da Rússia (FEARNSIDE, 2001; MORTON et al., 2006; NEPSTAD et al., 2006; MACEDO et al., 2012).

2.3 O desflorestamento no Mato Grosso

A prosperidade do setor agropecuário no Mato Grosso viabilizou a formação de redes de produção e distribuição, que favoreceram ainda mais a expansão da área de criação de gado e de produção agrícola, especialmente a soja. Isso se deu à custa da conversão de diversos Mha de cerrado e de floresta para essas atividades. Além de líder nacional na produção de grãos e de carne bovina, o estado tornou-se também campeão em

desflorestamento. Do total de 29,4 Mha desflorestados na Amazônia entre 1990 e 2005, 11,1 Mha (38%) ocorreram no território mato-grossense (INPE, 2012).

As florestas tropicais, como a Floresta Amazônica, concentram a maior biodiversidade da Terra e sequestram grandes quantidades de carbono. Estima-se que a Floresta Amazônica armazene carbono equivalente 15 anos de emissões globais antrópicas de carbono para a atmosfera, considerando as taxas atuais de emissões (SOARES-FILHO et al., 2006). Além dos inúmeros serviços ambientais e de regulação climática que a floresta proporciona, autores como (FEARNSIDE, 2006) defendem que o custo de oportunidade de mantê-la em pé, no longo prazo, pode ser significativo, considerando o uso sustentável da mesma. Desta maneira, o desflorestamento é cada vez mais combatido, tanto por políticas públicas, quanto pelo mercado, os quais têm adotado algumas medidas de contenção do desflorestamento. Entre elas pode ser destacado: 1) o estabelecimento em 2004 do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM) (BRASIL, 2004); 2) a Moratória da Soja em 2006 (RUDORFF, et al., 2011, 2012); e 3) a Moratória da Carne em 2009 (BOUCHER et al., 2011). A Figura 2.1 apresenta as taxas anuais de desflorestamento verificadas pelo PRODES em toda a Amazônia Legal brasileira, a proporção correspondente às taxas do Mato Grosso e as datas de referência para o início das ações do PPCDAM, da Moratória da Soja e da Moratória da Carne.

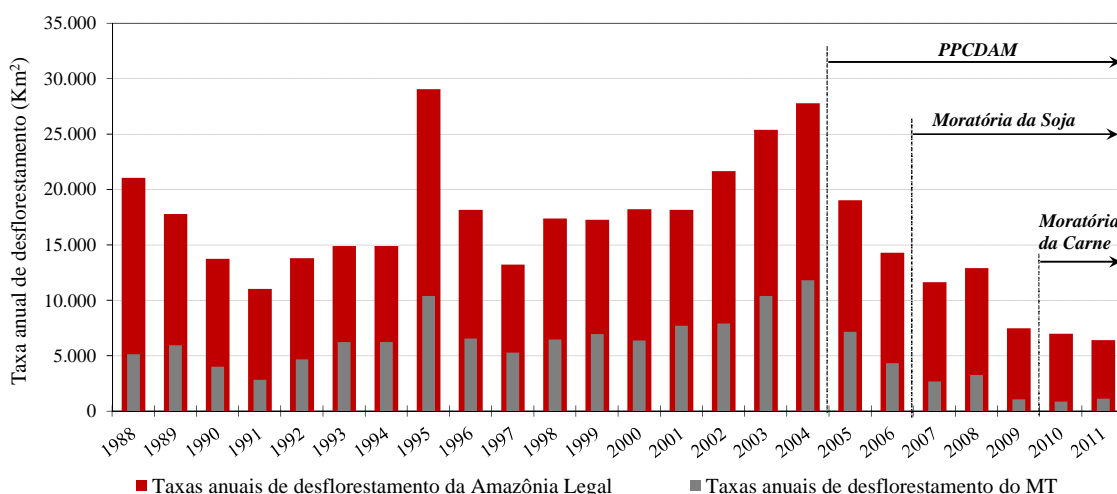


Figura 2.1 - Taxas anuais de desflorestamento da Amazônia Legal e do Mato Grosso entre os anos de 1988 e 2012. Destaque para as datas de início das ações do PPCDAM (pós-2004), Moratória da Soja (pós-2006) e Moratória Carne (pós-2009).

Fonte: INPE (2012).

A Figura 2.1 demonstra que as taxas de desflorestamento da Amazônia Legal brasileira tem apresentado uma desaceleração expressiva, após o pico de 2004 (27.772 km²), ano do estabelecimento do PPCDAM (INPE, 2012). Cabe ressaltar que a taxa de desflorestamento estimada pelo INPE (2012) para o ano de 2012 já está próxima dos patamares previstos na meta de redução das taxas de desflorestamento na Amazônia¹ para o quinquênio 2016-2020, que é um dos compromissos assumidos pelo Brasil na XV Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, realizada em Copenhague em 2009. Essa expressiva e rápida queda nas taxas de desflorestamento é ainda mais evidente no Mato Grosso, onde a taxa estimada para 2012 (777 km²) equivale a apenas 6,6% do montante desflorestado no estado em 2004 (11.814 km²). Tal redução está associada, entre outras coisas, às medidas de contenção do desflorestamento supramencionadas.

¹ A meta prevê que as taxas médias de desflorestamento do quinquênio 2016-2020 na Amazônia Legal deverão ser reduzidas em 80% frente à média observada entre 1996 e 2005. Isso significa que as taxas de desflorestamento da Amazônia Legal no período de 2016 a 2020 deveriam ser reduzidas para patamares em torno 4.000 km² a.a. Contudo, já em 2012 a taxa de desflorestamento estimada era 4.656 km².

2.4 Exigências climáticas da cultura da soja

O bom desenvolvimento da cultura da soja, em determinada região, está diretamente relacionado às condições climáticas. As principais variáveis climáticas que influenciam no rendimento da cultura são: precipitação, temperatura e fotoperíodo (EMBRAPA, 2004).

Em termos de disponibilidade hídrica, os dois períodos mais críticos vão da germinação à emergência das plântulas e da floração ao enchimento de grãos. Durante o primeiro período, tanto o excesso quanto o déficit hídrico prejudicam a uniformidade no estabelecimento da população de plantas. Para assegurar uma boa germinação, a semente necessita absorver, no mínimo, 50% de seu peso em água. Nesta fase, o conteúdo de água no solo não deve exceder a 85% do total de água disponível nem ser inferior a 50%. No segundo período (floração ao enchimento de grãos), a necessidade de água atinge o máximo (7 a 8 mm/dia), decrescendo após este período até a fase de maturação fisiológica. Déficits hídricos expressivos na segunda fase provocam alterações fisiológicas na planta, como o fechamento estomático e o enrolamento de folhas, causando a queda prematura de folhas, queda de flores e abortamento de vagens, ocasionando uma redução de rendimento de grãos (SEDIYAMA et al., 1996; FARIAS et al., 2000). Em suma, para obtenção do rendimento máximo, a necessidade de água na cultura da soja, durante todo seu ciclo, varia entre 450 a 800 mm, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração de seu ciclo (FARIAS et al., 2000).

As temperaturas consideradas ótimas para o cultivo da soja situam-se entre 20 e 30°C, sendo 30°C a temperatura ideal para seu desenvolvimento. Temperaturas do solo entre 24 e 30°C são necessárias para promover a germinação das sementes, a emergência das plântulas e favorecem a fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico. Temperaturas abaixo de 10°C ou acima de 40°C causam distúrbios no crescimento da planta. Essa condição de temperatura elevada, pode ainda provocar danos à floração e diminuir a capacidade de retenção de vagens (FARIAS et al., 2000; EMBRAPA, 2004).

A principal influência do fotoperíodo no desenvolvimento da soja está relacionada à floração. A sensibilidade ao fotoperíodo é característica variável entre cultivares, portanto, cada cultivar possui seu fotoperíodo crítico, acima do qual o florescimento é atrasado (SETIYONO et al., 2007). Apesar disso, as exigências fotoperiódicas de um cultivar estão intimamente relacionadas às exigências térmicas, ou seja, um cultivar exigente em fotoperíodo curto também será exigente em somas térmicas. Sendo assim, cultivares com menor fotoperíodo crítico (ciclo tardio) exigem maior quantidade de somas térmicas (COSTA, 1996).

2.5 Fenologia da soja

O ciclo fenológico da soja pode apresentar uma duração variável de 90 a 200 dias. A duração do ciclo define se a cultivar é de ciclo precoce (até 115 dias), semiprecoce (116 a 125 dias), médio (126 a 137 dias), semitardio (138 a 150 dias) ou tardio (mais de 150 dias) (FARIAS et al., 2000). Tecnicamente, o ciclo fenológico da soja é dividido em dois períodos: o vegetativo e o reprodutivo. O período vegetativo inicia-se com a emergência da plântula e completa-se com a abertura da primeira flor. Desse momento em diante, inicia-se o período reprodutivo, que vai até a maturação completa da planta (FEHR; CAVINESS, 1977).

Há uma tendência crescente no Mato Grosso de opção por variedades precoces ou mesmo algumas superprecoces (ciclo menor que 100 dias), já disponíveis no mercado. Isso decorre da adoção cada vez mais frequente de um sistema de manejo que proporciona ao produtor a possibilidade obter duas safras anuais em uma mesma área (intensificação agrícola). Deste modo, a soja é semeada em outubro e colhida entre meados de janeiro e ao longo de fevereiro. Imediatamente após a colheita da soja, o produtor semeia a segunda safra (também conhecida como safrinha), em geral milho e em alguns casos algodão. No Mato Grosso, é comum a prática da dessecação da área de soja, após a maturação fisiológica do grão, o que possibilita uma antecipação ainda maior da colheita da soja e da semeadura da segunda safra. O crescimento do sistema de duas safras se deve aos bons resultados obtidos pelos produtores mato-grossenses nos últimos anos, os quais tem obtido, em alguns casos, uma produção total (soja e milho

somados) de aproximadamente de 10 ton/ha (SCHEFFER, 2013). Dados da CONAB indicam que área de milho de segunda safra, que era de 323 mil ha no ano/safra 2000/01, alcançou 2,65 Mha no ano/safra 2011/12, ou seja, um crescimento de mais de oito vezes (CONAB, 2012b).

2.6 Sensoriamento remoto ótico aplicado à agricultura

2.6.1 Comportamento espectral de alvos agrícolas

A agricultura é a área dos recursos naturais que potencialmente tem a maior demanda por imagens de satélites de sensoriamento remoto em função da dinâmica dos alvos agrícolas, especialmente no que tange às culturas anuais. Além disso, o uso do sensoriamento remoto no monitoramento da agricultura demanda o entendimento sobre o comportamento espectral de alvos agrícolas, particularmente da vegetação e de algumas condições de contorno.

A caracterização do comportamento espectral de um alvo está associada aos processos de reflectância, transmitância e absorvância espectrais decorrentes da radiação eletromagnética (REM) incidente. No entanto, o termo comportamento espectral da vegetação é frequentemente utilizado para representar as características de reflectância da REM pelas folhas, plantas individuais e conjunto de plantas (PONZONI, 2001). O espectro de reflectância obtido para um determinado alvo depende de condições específicas de coleta da radiação refletida, que são influenciadas por diversos fatores, nem sempre controláveis. Novo (1992) destaca que as frações de energia transmitida, refletida e absorvida pelos alvos variam com suas propriedades físico-químicas e estruturais, e posição em relação à fonte de REM. Para o caso dos sensores orbitais, Goel (1988) ressalta que a REM detectada pelos sensores também varia em função dos parâmetros da fonte de REM, condições atmosféricas, estrutura do dossel, tipo e umidade do solo e parâmetros do próprio sensor. Portanto, a energia que chega a um sensor remoto, oriunda de um dossel vegetal ou outro alvo qualquer, não pode ser explicada somente pelas características intrínsecas do alvo. Mesmo assim, dentro de determinadas condições, é possível caracterizar espectralmente alguns alvos, tal como apresentado na Figura 2.2.

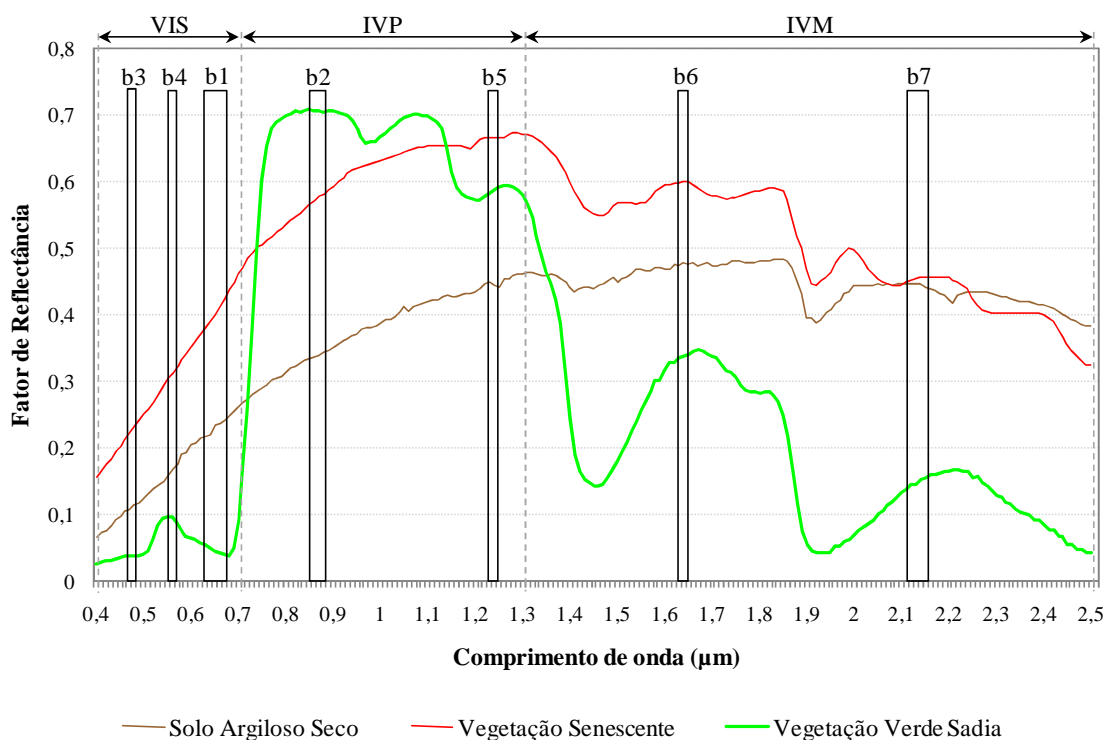


Figura 2.2 - Curvas espectrais de vegetação verde sadia, vegetação senescente e solo argiloso seco obtidas em laboratório. Destaque para a posição e a resolução espectral das bandas 1 – 7 do sensor MODIS.

Fonte: Clark et al. (2007).

No caso dos dosséis vegetais (Vegetação Verde Sadia – Figura 2.2), o principal órgão das plantas que interage com a REM são as folhas, órgão fotossintetizante por excelência. Assim, no espectro do visível (VIS – 0,40 a 0,70 μm) a vegetação apresenta uma alta absorção da REM incidente, promovida pelos pigmentos fotossintéticos presentes, predominantemente no mesófilo paliçádico das folhas (clorofila *a* e *b*, xantofila, β -caroteno, etc.). Os principais picos de absorção ocorrem nas regiões do vermelho (0,65 – 0,66 μm), onde apenas a clorofila atua, e do azul (0,43 – 45 μm), havendo um pequeno pico de refletividade em torno do comprimento de onda de 0,55 μm (verde). Quando um dossel atinge a senescência ou é afetado por algum tipo de estresse, a clorofila vai desaparecendo, permitindo que os carotenos e xantofilas se tornem os pigmentos dominantes das folhas, que ficam amareladas, pois esses pigmentos absorvem mais REM azul e refletem a REM verde e vermelha (Veg. Senescente – Figura 2.2) (JENSEN, 2007).

Na faixa do infravermelho próximo (IVP - 0,70 a 1,30 μm), ocorre um forte aumento na refletância e transmitância pela vegetação, controlada pela estrutura foliar do mesófilo esponjoso, que é rico em espaços intracelulares preenchidos com ar. Como a planta não utiliza a radiação do IVP na conversão da energia solar em energia química, ela se utiliza deste mecanismo de baixa absorção (alta reflexão e transmissão) para evitar seu aquecimento e reduzir a demanda hídrica (JENSEN, 2007).

Na faixa do infravermelho médio (IVM – 1,30 a 3 μm), cabe menção às bandas de forte absorção em 1,40 e 1,95 μm , devido ao conteúdo de água líquida nas folhas (KNIPLING, 1970; JENSEN, 2007). Estas também são regiões de forte absorção pela água presente na atmosfera e, por isso, os sensores remotos de recursos naturais não apresentam bandas posicionadas nesses comprimentos de onda. No entanto, existe uma forte sensibilidade, dita suplementar, ao conteúdo de água nas regiões entre 1,50 e 1,80 μm e entre 2,00 e 2,60 μm . Por isso, os sensores *Thematic Mapper* (TM) e *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) da série Landsat tiveram suas bandas 5 (1,55 – 1,75 μm) e 7 (2,08 – 2,35 μm) posicionadas nestas regiões do espectro. Semelhantemente aos seus antecessores (TM e ETM+), o sensor *Operational Land Imager* (OLI), à bordo do *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM) ou Landsat-8, tem as bandas 6 (1,56 – 1,66 μm) e 7 (2,10– 2,30 μm) posicionadas nessas regiões de absorção de água. Sendo assim, as referidas bandas podem fornecer importantes informações sobre o conteúdo de água dos dosséis vegetais, que por sua vez, podem ser correlacionadas com as taxas de transpiração e fornecer valiosas informações sobre a saúde de uma cultura agrícola, por exemplo (JENSEN, 2007). As faixas espectrais correspondentes à banda 5 dos sensores TM e ETM+ e banda 6 do sensor OLI, em conjunto com as bandas do VIS e IVP, fornecem informações fundamentais para a análise de alvos agrícolas. Sensores que não possuem bandas na faixa espectral do IVM são mais limitados em termos de identificação e diferenciação de alvos agrícolas.

Conhecer a resposta espectral do solo também é um ponto importante no âmbito do sensoriamento remoto agrícola, uma vez que este constitui o substrato de fundo para praticamente a totalidade dos alvos agrícolas estudados (BEN-DOR et al., 1999). No entanto, a resposta espectral de dosséis agrícolas podem apresentar diferentes graus de

influência da resposta do solo, dependendo do percentual de cobertura do solo pelo dossel, do tipo de cultura e ainda da direção das linhas de plantio em relação à fonte de REM e ao sensor. Os solos também não apresentam uma resposta espectral única, sendo função dos constituintes químicos, em especial, os óxidos de ferro, da textura e da umidade (STONER; BAUMGARDNER, 1981; BEN-DOR et al., 1999). Entretanto, de maneira geral, a resposta espectral do solo se aproxima da curva apresentada na Figura 2.2.

Ademais, a ocorrência de sombra sobre o dossel, também afeta a resposta da REM. Neste caso, a sombra recebe apenas REM difusa e o espectro de reflectância se aproxima de zero, com um pequeno pico de reflectância na região do infravermelho próximo. A influência da sombra sobre a resposta espectral de um dossel vegetal está intimamente relacionada com a estrutura do dossel e com a geometria de iluminação e a aquisição dos dados, devido à característica anisotrópica da vegetação (GOEL; REYNOLDS, 1989; GALVÃO et al., 2011).

Em suma, para estudos de monitoramento agrícola com o uso de sensoriamento remoto, ratifica-se a importância do conhecimento da resposta da vegetação e dos demais alvos que podem influenciar na resposta das culturas agrícolas, tal como o solo. A estrutura do dossel (ângulo de inserção das folhas, por exemplo) e o sistema de produção (se cultivada em linhas, distância entre linhas, por exemplo) são exemplos de fatores que podem influenciar nas condições de sombreamento do dossel e também precisam ser consideradas. Portanto, o potencial e a confiabilidade das informações extraídas de uma imagem de satélite, entre outras coisas, irão depender do nível de conhecimento sobre as características do alvo agrícola e do meio físico de produção que influenciam na sua resposta espectral.

2.6.2 Índices de vegetação

Os índices de vegetação (IVs) podem ser definidos como a combinação de dados de duas ou mais bandas espectrais, selecionadas com o objetivo de melhorar a relação desses dados com os parâmetros da vegetação. Por isso, uma característica inerente aos IVs é a redução no volume dos dados a ser analisado, pois reúne informações de

diversas bandas, resumida a somente um valor numérico. Um IV ideal deve ser sensível às variações sutis no estado e na fenologia da vegetação, com baixa influência das condições do solo, da geometria de iluminação e visada, e das condições atmosféricas (JACKSON; HUETE, 1991).

A grande maioria dos IVs tem como base conceitual as diferenças de reflectância observadas entre as bandas do IVP e do vermelho (geralmente combinadas na forma de razão, o que os torna conhecidos como IVs de razão), uma vez que a vegetação em boas condições apresenta grandes variações entre estes comprimentos de onda (DORIGO et al., 2007) (vide seção 2.6.1). Desde o surgimento do primeiro IV encontrado na literatura, o *Ratio Vegetation Index* (RVI), proposto por Jordan (1969), uma ampla diversidade de IVs surgiram. Muitos deles caracterizam-se por pequenas variações de outros IVs mais consagrados, como o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), proposto por Rouse et al. (1973). Ao longo do tempo, alguns IVs, ditos ortogonais, incorporaram em sua formulação parâmetros da linha do solo, por exemplo, o *Perpendicular Vegetation Index* (PVI) (RICHARDSON; WIEGAND, 1977), com o propósito de diminuir as influências da resposta espectral do solo sobre o IV. Outros IVs incorporaram fatores de correção com essa mesma finalidade, por exemplo, o *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI) (HUETE, 1988). A atenuação de efeitos atmosféricos sobre os IVs também foi explorada por meio de fatores de correção, como no caso do *Atmospherically Resistant Vegetation Index* (ARVI) (KAUFMAN; TANRE, 1992).

Para compor os produtos de IVs do sensor MODIS, foram selecionados o NDVI e o *Enhanced Vegetation Index* (EVI), proposto por Huete et al. (1997). A formulação do NDVI é dada pela Equação 2.1.

$$\text{NDVI} = \frac{\text{IVP} - \text{V}}{\text{IVP} + \text{V}} \quad (2.1)$$

em que: IVP e V são os fatores de reflectância bidirecional de superfície nas bandas do IVP (banda 2) e vermelho (banda 1), respectivamente.

De maneira geral, o NDVI é mais sensível à presença de pigmentos que participam dos processos fotossintéticos, em particular ao conteúdo de clorofila (GITELSON et al., 1996; HUETE et al., 1997, 2002) e minimiza algumas fontes externas de ruído, por exemplo, sombras de nuvens (JUSTICE et al., 1998). Essas propriedades, aliadas ao período decorrido desde a sua concepção, tornaram o NDVI um dos índices espectrais mais utilizados em estudos locais, regionais e globais (ZHANG et al., 2003; LUNETTA et al., 2006). Uma peculiaridade inerente ao NDVI é a saturação assintótica, o que o torna pouco sensível à detecção de variações de biomassa em condições de elevados índices de área foliar. O NDVI também é mais sensível aos ruídos aditivos, tais como espalhamentos e absorções atmosféricas (JUSTICE et al., 1998; HUETE et al., 2002) e às condições do brilho de fundo do dossel (HUETE, 1988).

O EVI foi formulado a partir de uma combinação do SAVI e do ARVI, de acordo com a Equação 2.2:

$$EVI = G * \frac{IVP - V}{IVP + C_1 * V - C_2 * A + L} \quad (2.2)$$

em que: IVP, V e A são os fatores de reflectância bidirecional de superfície nas bandas do IVP (banda 2), vermelho (banda 1) e azul (banda 3), respectivamente; G é o fator de ganho (2,5); C₁ é o coeficiente de correção dos efeitos atmosféricos para a banda do vermelho (6); C₂ é o coeficiente de correção dos efeitos atmosféricos para a banda do azul (7,5); L é o fator de correção para a interferência do solo (1). Os coeficientes C₁ e C₂ podem ser alterados de acordo com as condições regionais, sendo que os produtos disponibilizados pelo *Earth Observing System* (EOS) utilizam as especificações supracitadas (HUETE et al., 1999).

O EVI foi desenvolvido para otimizar o sinal da vegetação com melhoria de sensibilidade em condições de elevada biomassa e para minimizar os efeitos do sinal de fundo do dossel e da atmosfera frente ao NDVI (JUSTICE et al., 1998; HUETE et al., 2002). O EVI é mais sensível à estrutura do dossel (HUETE et al., 2002), embora, em determinadas condições, sofra maior influência do ângulo zenital solar (GALVÃO et al., 2011). Essas melhorias são importantes para o monitoramento de culturas agrícolas

utilizando IVs, pois minimizam os efeitos externos à resposta do alvo, presentes nas bandas individuais.

Mais tarde, Jiang et al. (2008) desenvolveram o EVI2, que provou ser estatisticamente equivalente ao EVI, dispensando o uso da banda do azul, a qual teve o comportamento modelado por meio de fatores de ajuste, aplicados às bandas do infravermelho próximo e vermelho, conforme Equação 2.3.

$$EVI2 = 2,5 * \frac{(IVP - V)}{(IVP + 2,4V + 1)} \quad (2.3)$$

em que: IVP e V são os fatores de reflectância bidirecional de superfície nas bandas do IVP (banda 2) e vermelho (banda 1), respectivamente.

2.6.3 Uso da multitemporalidade em estudos de monitoramento agrícola

Um dos primeiros trabalhos que exploraram a abordagem multitemporal envolvendo imagens orbitais na agricultura foi conduzido por Henderson e Badhwar (1984). Esses autores utilizaram imagens do sensor *Multispectral Scanner System* (MSS) à bordo do sensor Landsat para estimar alguns estádios fenológicos da soja. O ano de 1984 também marcou o lançamento do sensor TM, à bordo do satélite Landsat-5, que ao longo das três décadas seguintes se tornaria o principal sensor para monitoramento agrícola em todo o mundo. Apesar disso, a resolução temporal de 16 dias do TM não o tornava muito hábil para a utilização da multitemporalidade no monitoramento do ciclo fenológico das culturas agrícolas anuais, particularmente em regiões tropicais, em razão da elevada incidência de nuvens ao longo do período de desenvolvimento destas culturas (ASNER, 2001). Isso abriu espaço para a utilização de sensores com a alta resolução temporal no monitoramento agrícola, por exemplo, o sensor *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR) dos satélites *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), com resolução temporal de um dia, para o acompanhamento do ciclo fenológico das culturas e desenvolvimento de modelos de produtividade agrícola (Rasmussen (1992); Hayes e Decker (1996)). Porém, a resolução espacial de aproximadamente um km limitava seu uso para fins de estimativas de áreas agrícolas.

Com o surgimento do sensor MODIS, lançado à bordo dos satélites Terra (em 18/12/1999) e Aqua (em 04/05/2002), abriram-se novas possibilidades de abordagens multitemporais por meio de suas imagens (RUDORFF, B. et al., 2007). O MODIS combina algumas características do sensor AVHRR e dos sensores da série Landsat, com melhoria nas correções atmosféricas (VERMOTE et al., 2002) e geométricas dos dados (WOLFE et al., 2002), coletados em uma resolução temporal quase diária e resolução espacial de 250 m nas bandas do vermelho e do IVP (JUSTICE et al., 1998; HUETE et al., 1999).

O MODIS está inserido no contexto de um dos maiores programas do mundo de monitoramento dos sistemas terrestres e mudanças globais, o programa EOS (FRIEDL et al., 2002). O EOS conta com um aporte técnico-científico e estrutura organizacional eficiente para tratamento dos dados e posterior geração de produtos validados e compostos em diversos níveis. Entre eles está o produto Índice de Vegetação, MOD13Q1 do MODIS/Terra, composto pelo NDVI e pelo EVI, que resultam de observações efetuadas ao longo de intervalos regulares de 16 dias, em que os pixels teoricamente de melhor qualidade são selecionados por meio da aplicação do algoritmo apresentado por Huete et al. (1999). A versão mais recente deste algoritmo é a 5.0, descrita em Didan e Huete (2006).

Esses predicados do MODIS permitiram o aproveitamento de suas imagens na elaboração de diversos estudos dedicados a explorar de maneira minuciosa o ciclo fenológico de culturas agrícolas (Sakamoto et al. (2005); Lupo et al.(2007)). Deste modo, a potencialidade do sensor MODIS em identificar peculiaridades do ciclo fenológico passou então a ser utilizado como um poderoso trunfo pela comunidade científica para fins de classificação de culturas agrícolas, conforme trabalhos destacados a seguir.

Morton et al. (2006) compuseram perfis temporais de EVI e NDVI, oriundos do produto MOD13Q1 a fim de classificar áreas de soja no Mato Grosso. Para evitar a utilização de dados com possíveis ruídos, que pudessem alterar a configuração do perfil espectro-temporal das áreas de soja, esses autores utilizaram ainda a informação de qualidade do

pixel presente no mesmo produto para eliminar pixel de baixa qualidade. Os dados eliminados nessa análise foram substituídos por dados interpolados, utilizando uma função *spline* cúbica. Ainda assim, possíveis dados ruidosos, não identificados pela informação de qualidade do pixel, foram eliminados por meio da informação do terceiro harmônico do perfil. A partir desse perfil, foram extraídos 36 parâmetros que foram colocados numa árvore de decisão, treinada com dados de referência, coletados em campo. A classificação foi validada com outro conjunto de dados de referência e obteve uma exatidão global de 89%.

Galford et al. (2008) utilizaram perfis temporais de EVI do MODIS ao longo do ano agrícola a fim de estudar a intensificação agrícola (duas safras anuais) na região oeste do Mato Grosso entre 2001 e 2005. Os perfis espectro-temporais de EVI, oriundos do produto MOD13Q1, foram filtrados por meio da abordagem que utiliza *wevelets*, apresentada por Sakamoto et al. (2005). Após a filtragem, as áreas agrícolas foram classificadas com base no desvio padrão da curva ao longo do ano. Desvios maiores que 0,15 indicavam áreas de cultura agrícola. Duplos picos consecutivos, com valores acima de 0,4 indicavam as áreas com duas safras. Esse trabalho permitiu uma análise da expansão e intensificação agrícola nesta região do Mato Grosso por meio das séries temporais do MODIS.

Arvor et al. (2011) analisou a expansão e intensificação agrícola ao longo da BR 163 e na região da Chapada do Parecis no Mato Grosso (17 municípios) nos anos/safra 2005/06 a 2007/08 por meio de imagens EVI/MODIS. Inicialmente, as áreas de agricultura anual foram separadas das áreas de vegetação natural e de pastagem por meio do classificador máxima verossimilhança aplicado sobre atributos extraídos da série MODIS filtrada por meio de uma função polinomial. Obtida a máscara de agricultura, esta foi submetida a uma segunda classificação, a fim de separar cinco classes de agricultura: soja; soja + cultura classificadas pelos autores como não comerciais (sorgo ou milheto); soja + milho; soja + algodão; e algodão. Para tanto, diferentes filtros e classificadores foram testados. Os melhores resultados foram obtidos utilizando-se o filtro Savitzky–Golay e o classificador máxima verossimilhança aplicado a atributos das séries MODIS de datas específicas que apresentaram melhor

potencial de separabilidade entre as classes agrícolas de interesse. Com base nos dados de referência coletados em campo e extraídos de imagens de melhor resolução espacial, a exatidão global na classificação das áreas agrícolas alcançou 85,5%. Já a exatidão global e o kappa para as classes de agricultura foram de 74% e 0,675, respectivamente.

Chang et al. (2007) também testaram o desempenho das séries temporais de dados do sensor MODIS, bandas 1 – 7, de NDVI, e de temperatura de superfície da terra (LST) em uma resolução espacial de 500 m para mapear milho e soja nos Estados Unidos. Esses autores utilizaram dados diários das bandas e produtos supracitados, a partir dos quais foram geradas composições de 32 dias para diminuir o volume de dados e evitar a utilização de pixels com contaminação de nuvens. Como método de classificação, foi utilizada uma abordagem baseada em árvores de regressão sobre métricas extraídas das séries temporais dos dados MODIS. Os resultados apresentaram boa concordância com os dados oficiais do NASS/USDA, com ligeira variação para a soja e para o milho de 4 e 6%, respectivamente. Tais resultados reforçam a hipótese do alto potencial das séries temporais do MODIS para monitorar e mapear diferentes culturas agrícolas.

Wardlow et al. (2007) avaliaram a potencialidade do EVI e do NDVI na discriminação de diferentes culturas agrícolas no estado do Kansas. Esses autores utilizaram dados de referência extraídos de fotografias aéreas fornecidas pelo *Farm Service Agency* (FSA)/USDA, representativas de áreas de soja, alfafa, sorgo, milho e áreas em pousio. Em seguida, aplicaram a abordagem da distância estatística Jeffries–Matusita (JM) a fim de avaliar o potencial dos perfis temporais na separabilidade de cada cultura agrícola frente às demais. Os resultados demonstraram que, para cada cultura, existem particularidades identificáveis nos perfis dos IVs, seja na configuração da curva ao longo do ciclo fenológico ou no deslocamento temporal dos picos vegetativos em função do calendário agrícola. Não foram observadas diferenças substanciais nos potenciais de separabilidade entre o NDVI e o EVI. Os autores concluíram que os perfis temporais de IVs do MODIS (composições de 16 dias) são hábeis para discriminar as principais culturas agrícolas cultivadas no Kansas. Este trabalho foi a base para o trabalho posterior de Wardlow e Egbert (2008), no qual foi aplicado um método de classificação hierárquica sobre os dados de NDVI a fim de classificar as diferentes

culturas agrícolas do trabalho prévio, sob diferentes condições de manejo (irrigada e não irrigada). Finalmente, os resultados indicaram uma exatidão global superior a 80% para o método de classificação testado.

Rizzi et al. (2009) propuseram a metodologia do *Crop Enhancement Index* (CEI), idealizada para o mapeamento da cultura da soja. O CEI considera os valores de EVI extraídos das imagens do sensor MODIS/Terra, especificamente do produto MOD13Q1. Imagens de máximo e mínimo EVI são geradas de acordo com os períodos de mínimo e de máximo valor de EVI, observados ao longo da entressafra e pleno desenvolvimento da soja, respectivamente. Estas imagens são combinadas na forma de um índice de razão normalizado a fim de realçar as áreas de soja em produção. Ao ser aplicada no Mato Grosso, tal metodologia alcançou uma exatidão global de 91%. A metodologia CEI foi adaptada e está sendo utilizada no projeto da Moratória (RUDORFF, et al., 2011, 2012).

É importante destacar que o CEI apresenta algumas vantagens frente aos demais métodos multitemporais para a classificação de áreas de soja com uso de imagens MODIS, particularmente sobre áreas extensas, tais como: 1) redução na dimensionalidade dos dados a serem processados, tornando a fase computacional de processamento menos dispendiosa, pois a informação advinda da série temporal é reduzida a um único valor numérico; 2) operações matemáticas simples, facilitando sua automatização e ampliando a gama de *softwares* capazes de operar o método; 3) fácil interpretação da imagem CEI, uma vez que valores mais elevados representam alta probabilidade de ocorrência de soja; 4) o CEI utiliza valores absolutos e não extrai parâmetros do perfil temporal do EVI, evitando a necessidade de filtragem do perfil temporal em função da ocorrência de nuvens²; 5) por não necessitar de parâmetros do

²O caráter de espalhamento não seletivo da REM pelas nuvens gera reflectâncias elevadas, tanto para o IVP, quanto para o VIS e, conseqüentemente, valores de EVI próximos de zero. Assim, a presença de nuvens representa problema, caso ocorra no período de seleção do mínimo valor de EVI (entressafra), em que pixels cobertos por nuvens podem ser indevidamente selecionados para esta composição. Para evitar problemas dessa ordem, o período selecionado para compor a imagem de mínimo compreende a estação seca do Mato Grosso, quando raramente ocorre precipitação e, conseqüentemente, a incidência de nuvens é muito reduzida. O período de chuvas coincide com o período de seleção dos pixels de máximo valor de

perfil temporal, pode ser gerado de maneira antecipada (EBERHARDT et al., 2012) (antes mesmo da colheita), pois só depende do máximo valor do EVI, verificado na fase do pico vegetativo da soja.

EVI, de tal forma que pixels com incidência de nuvens não serão selecionados para a composição de máximo EVI.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área de estudo compreende o estado do Mato Grosso, localizado na porção sul da Amazônia Legal Brasileira, entre latitudes 7° 20' – 18° 03' sul e longitude 50° 13' – 61° 38' oeste. O Mato Grosso possui 141 municípios distribuídos sobre os biomas Pantanal (7%), Cerrado (39%) e Floresta Amazônica (54%), que cobrem uma área total de 903.358 km² (Figura 3.1).

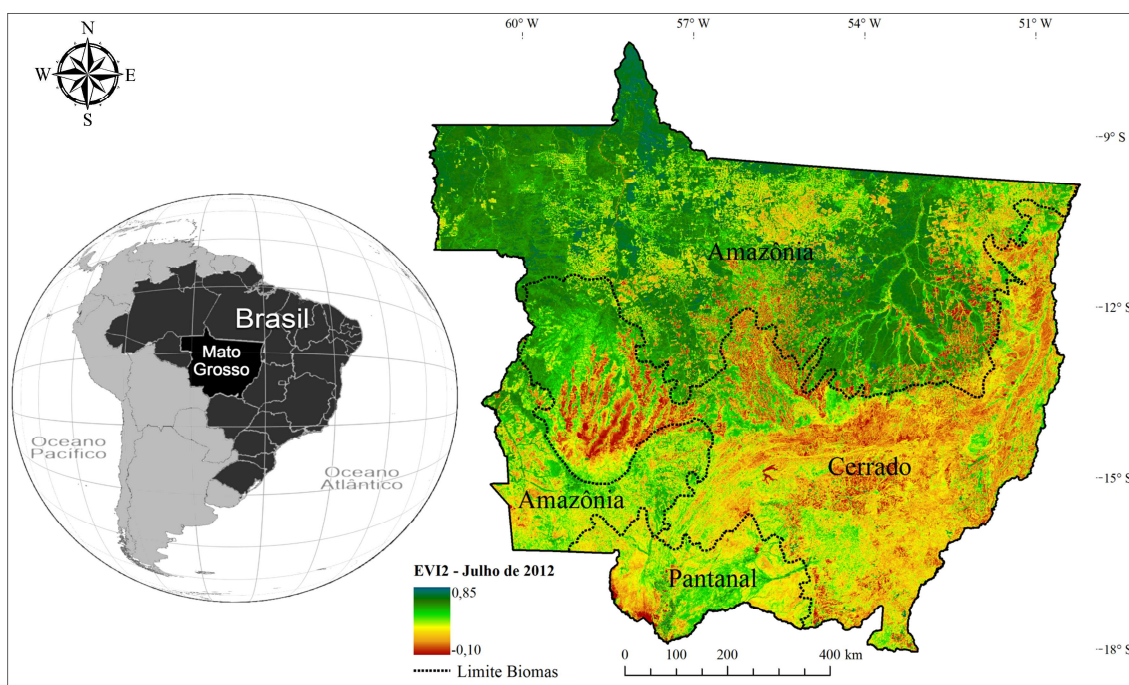


Figura 3.1 - Área de estudo, o estado do Mato Grosso, com a delimitação dos biomas Cerrado, Amazônia e Pantanal.

O regime de distribuição das chuvas do Mato Grosso é tipicamente tropical, com mais de 70% do total de chuvas concentradas entre novembro e março, sendo mais chuvoso o trimestre de janeiro a março no norte, de dezembro a fevereiro no centro e de novembro a janeiro no sul. A característica de regularidade de chuvas no período do verão tem sido um dos principais trunfos do sucesso da agricultura no Mato Grosso nos últimos anos. A região norte do estado é a mais chuvosa, com precipitação média anual que atinge 2.750 mm no extremo norte e decresce em direção ao sul, onde a média anual não

ultrapassa 1.250 mm no Pantanal. As temperaturas variam ao longo do território mato-grossense, principalmente, em função da latitude e altitude, com forte ação da continentalidade, que impede maiores influências marítimas. As maiores médias anuais de temperatura variam em torno de 26°C no extremo norte, com tendência de decréscimo na direção sul, onde as médias anuais alcançam 22°C no extremo sul, podendo ainda atingir médias anuais entre 20 e 22°C no alto das chapadas do centro e sul do estado (NIMER, 1977).

3.2 Material

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados os seguintes dados:

- a) Série temporal de imagens MODIS/Terra, bandas 1 (vermelho – 250 m) e 2 (IVP – 250 m) compostas ao longo de intervalos regulares de 16 dias, extraídas do produto MOD13Q1 (versão 5.0) para os anos/safra 2000/01 a 2011/12. Em cada ano/safra, foram selecionadas imagens: 1) da entressafra (período pré-semeadura), de 10 de junho (composição dia do ano - DA 161) a 12 de agosto (DA 209), no total de quatro composições; e 2) da safra (período de pleno desenvolvimento da cultura da soja), de 17 de novembro (DA 321) a 05 de março (DA 49), no total de sete composições. Para a cobertura total do território do Mato Grosso, foram necessários seis *tiles* (H11-13; V09-10). As imagens MODIS foram obtidas no servidor de dados da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA, 2012);
- b) Dados da área de soja dos municípios do Mato Grosso, provenientes do levantamento Produção Agrícola Municipal (PAM) do IBGE para os anos/safra 2000/01 a 2010/11 (IBGE, 2012);
- c) Dados geomorfométricos de declividade, oriundos do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA) (VALERIANO; ROSSETTI, 2012) para todo o estado do Mato Grosso, oriundos dos dados da missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), totalizando 84 folhas. A declividade média para

cada pixel da grade de amostragem do MODIS³ (~250 m) foi calculada utilizando a razão entre a soma dos valores de declividade dos pixels TOPODATA (30 m) contidos no pixel MODIS e o número de pixels TOPODATA contidos no mesmo pixel;

- d) Mapa das áreas de massas d'água do Mato Grosso, proveniente da base de dados da Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral (SEPLAN) do Mato Grosso (SEPLAN-Mato Grosso, 2012);
- e) Mapas históricos das áreas desflorestadas até 2011 e das áreas originalmente cobertas com fitofisionomias florestais⁴ do estado do Mato Grosso, oriundos do PRODES (INPE, 2012);
- f) Polígonos desflorestados do Mato Grosso, a partir de 2007, monitorados pelo projeto da Moratória (RUDORFF, et al., 2011, 2012);
- g) Mapas político-administrativos dos municípios (2007) e dos biomas (2004) do Mato Grosso, limites dos assentamentos, terras indígenas e unidades de conservação, provenientes de bases de dados do IBGE, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Fundação Nacional do Índio (FUNAI) e MMA, respectivamente.

³A grade de amostragem do MODIS equivale à grade amostral nativa, oriunda do processo de produção do mosaico para a agregação das imagens MODIS, as quais são disponibilizadas na forma de *tiles* no produto de MOD13Q1. Isso resulta em um pixel quadrado com aproximadamente 250 x 250 m.

⁴A máscara das áreas de fitofisionomias florestais originais de toda a Amazônia Legal brasileira, utilizada pelo PRODES, foi estabelecida em 1988 com base nos dados provenientes do Projeto RADAMBRASIL.

3.3 Metodologia

3.3.1 Fluxograma metodológico

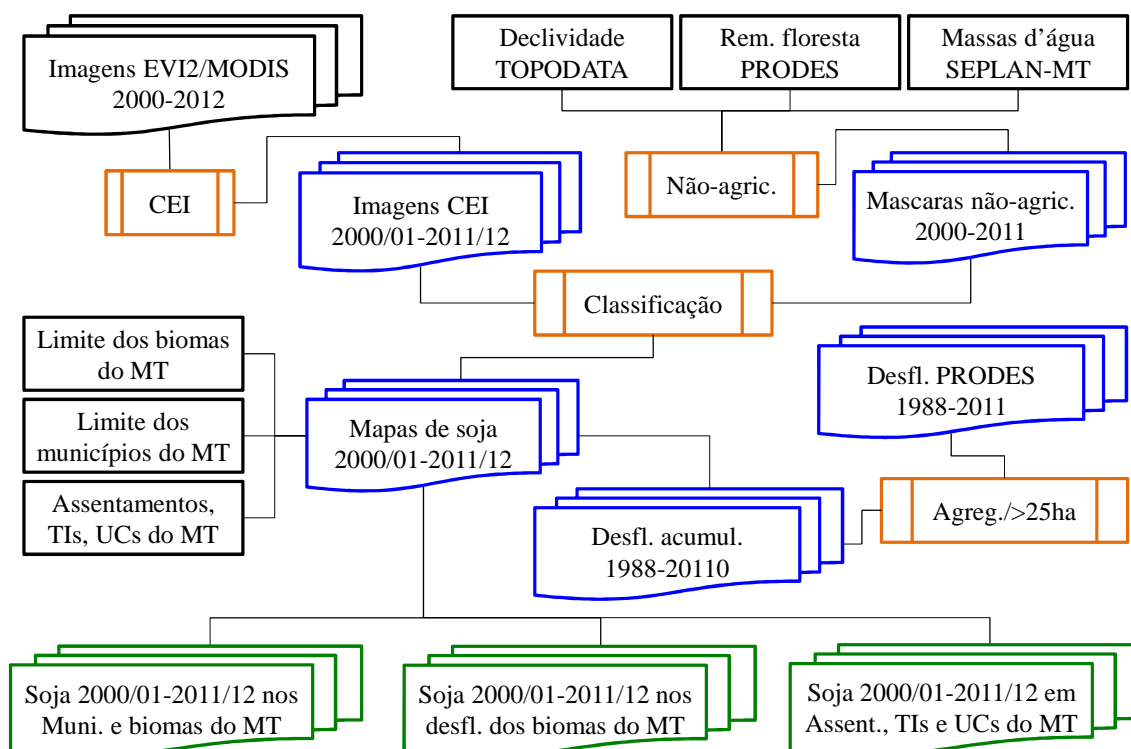


Figura 3.2 - Fluxograma metodológico indicando os dados de entrada (contorno em preto), etapas de processamento (contorno alaranjado), resultados intermediários (contorno azul) e resultados finais (contorno verde).

3.3.2 Máscaras anuais de áreas não-agrícolas do Mato Grosso

A elaboração de máscaras anuais de áreas não-agrícolas do Mato Grosso foi realizada para os anos de 2000 a 2011. Esse processo visou minimizar possíveis incoerências na classificação das áreas de soja sobre porções territoriais do Mato Grosso que não apresentam condições para a produção agrícola em um dado período. Para tanto, foram utilizados os dados de áreas de formações florestais preservadas, dados de unidades de conservação, dados de declividade e das áreas de massas d'água do Mato Grosso (Figura 3.3).

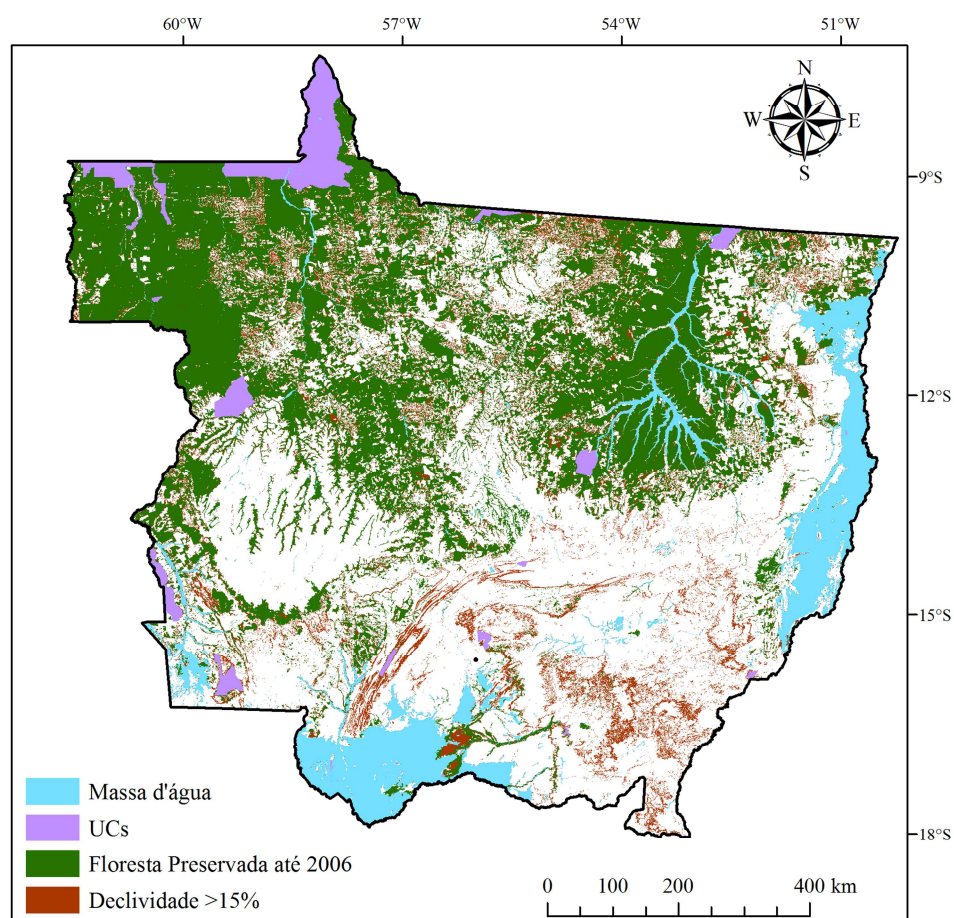


Figura 3.3 - Exemplo de uma máscara das áreas não-agrícolas do estado do Mato Grosso para o ano de 2006.

Em cada ano, a classe não-agrícola foi mapeada de acordo com os seguintes critérios: 1) ser uma área da classe floresta do PRODES até o ano/safra em questão; 2) ser área de massa d'água de acordo com a classificação do SEPLAN-Mato Grosso; 3) pertencer a um dado pixel MODIS com declividade média superior à 15%; 4) ser UC, sem possibilidade de exploração agrícola (todas as UCS de proteção integral, bem como as Reservas Particulares do Patrimônio Natural, que são unidades de conservação de uso sustentável). As áreas mapeadas conforme os critérios 2, 3 e 4 não sofreram alteração ao longo do tempo e, portanto, a atualização anual das máscaras de áreas não-agrícolas se deu unicamente por conta dos desflorestamentos anuais mapeados pelo PRODES.

3.3.3 Mapeamento das áreas de soja no Mato Grosso

Para a produção dos mapas de soja, optou-se por utilizar como base a metodologia CEI (RIZZI et al., 2009). Todavia, utilizou-se o EVI2 em detrimento do EVI devido à necessidade de utilização de imagens MODIS da época do ano em que é comum a ocorrência de nuvens na região Amazônica, mesmo nas composições de 16 dias do MODIS. Nestas condições, a presença da banda do azul no EVI aumenta sua predisposição à ocorrência de ruídos decorrentes da presença de nuvens nas imagens, quando comparado ao EVI2.

As imagens MODIS foram selecionadas de acordo com os períodos de valores mínimos e máximos de EVI2 nas áreas de soja do Mato Grosso. O valor mínimo ocorre na fase que antecede a semeadura ou próximo à fase de emergência. Neste período, a resposta espectral predominante é do solo exposto e/ou de palha e os valores de EVI2 observados nas imagens são mínimos. Originalmente, na metodologia CEI, o valor de mínimo EVI era obtido das imagens adquiridas entre o final de agosto e final de novembro. Entretanto, Risso et al. (2012b) observaram que a antecipação deste período em aproximadamente dois meses, possibilita aproveitar o melhor potencial de contraste do EVI entre as áreas de soja e demais classes representativas de uso/cobertura da terra no período seco no Mato Grosso. Isso evita ainda a utilização de imagens contaminadas com nuvens e/ou sombra de nuvens, que ocorrem a partir de setembro, quando inicia o período de chuvas em algumas regiões do Mato Grosso. Assim, a composição do mínimo EVI2 foi antecipada para o período entre 10 de junho e 12 de agosto.

O valor máximo do EVI2, por sua vez, é observado durante a fase de pleno desenvolvimento da soja, quando a resposta espectral é função, principalmente, da ampla cobertura do solo pela cultura e da elevada biomassa, o que implica em altos valores de EVI2 nas imagens. Deste modo, utilizou-se a segunda quinzena de novembro até o início de março de cada ano/safra como o período para a geração do máximo EVI2. Este período foi estabelecido com base no calendário agrícola do estado do Mato Grosso e procura capturar o pico de máximo EVI2, tanto dos plantios precoces, quanto

tardios. As imagens de mínimo e máximo EVI2 foram então processadas, de acordo com a Equação 3.2, resultando na imagem CEI, com valores normalizados.

$$CEI = G * \frac{(\text{MaxEVI2}) - (\text{MinEVI2})}{(\text{MaxEVI2} + S) + (\text{MinEVI2} + S)} \quad (3.2)$$

em que: MaxEVI2 é o valor máximo de EVI2, observado no período de pleno desenvolvimento da soja (composições MODIS, DA 321 a DA 49); MinEVI2 é o valor mínimo de EVI2 observado na entressafra, no período de pré-semeadura (composições MODIS, DA 161 a 209); S é o coeficiente de realce (10^2); G é o fator de ganho (10^2).

Os valores mais elevados dos pixels da imagem CEI de cada ano/safra estão associados à ocorrência da soja e vice-versa para as áreas sem soja. Deste modo, para cada ano/safra, foi aplicado um limiar de classificação, que corresponde ao limite mínimo para que um dado pixel da imagem CEI seja classificado como soja. Os limiares de classificação em cada ano/safra foram estabelecidos de maneira a tornar equivalente a área total de soja classificada e o valor oficial⁵ de área cultivada com soja no Mato Grosso.

3.3.4 Processamento dos dados de desflorestamento do PRODES

O processamento dos dados de desflorestamento mapeados pelo PRODES foi efetuado com vistas a restringir as análises apenas aos desflorestamentos contíguos com área superior a 25 ha. Esse critério leva em conta as limitações de resolução espacial do sensor MODIS para mapear pequenas áreas e segue o mesmo critério estabelecido pela Moratória (RUDORFF, et al., 2011, 2012) e de outros trabalhos prévios que avaliaram a expansão agrícola sobre áreas desflorestadas da Amazônia, via imagens MODIS (MORTON et al., 2006; MACEDO et al., 2012). Os desflorestamentos menores que 25 ha, que gradativamente foram aumentando ao longo dos anos ou que alcançaram outras áreas desflorestadas foram agregados e, ao alcançarem 25 ha, foram considerados neste

⁵ Valor médio entre as estimativas do IBGE e CONAB em nível estadual para o Mato Grosso, em cada ano/safra.

trabalho. Um exemplo de agregação de polígonos adjacentes e menores de 25 ha, que foram desflorestados em diferentes anos é mostrado na Figura 3.4.

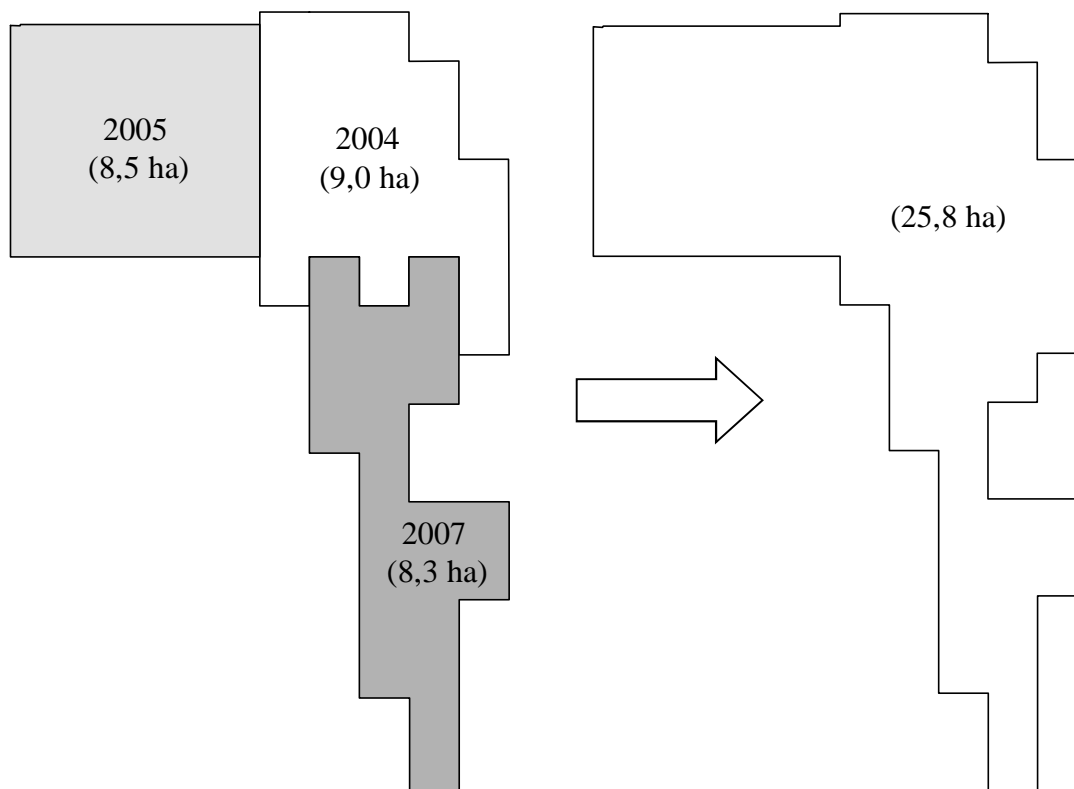


Figura 3.4 - Exemplo de agregação de desflorestamentos adjacentes do PRODES para a formação de um polígono maior que 25 ha.

Este critério de agregação de polígonos de desflorestamento adjacentes permitiu que, em todos os anos, praticamente a totalidade dos desflorestamentos do PRODES acumulados até aquele período fossem analisados. Em termos de área, esse percentual superou 99,2% em todos os anos. A Figura 3.5 apresenta a área total dos desflorestamentos do PRODES e a área total dos desflorestamentos agregados com área superior a 25 ha, para cada um dos anos avaliados.

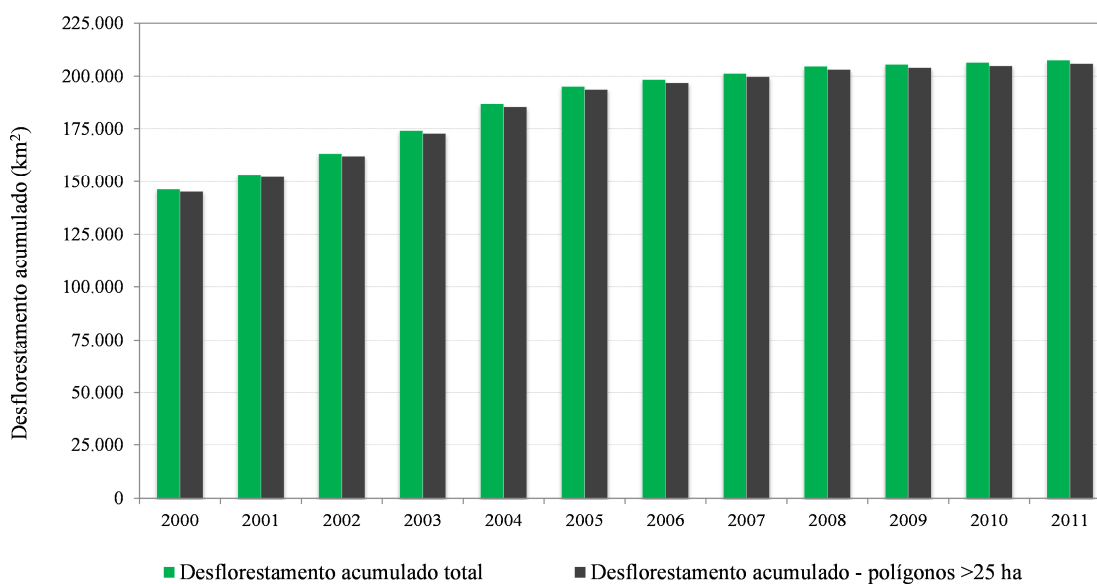


Figura 3.5 - Área total acumulada dos desflorestamentos do PRODES e a área total acumulada dos desflorestamentos do PRODES agregados (maiores que 25 ha) no estado do Mato Grosso.

Cabe frisar que os mapas digitais do PRODES estão disponíveis anualmente, apenas a partir de 2001. Deste modo, todos os desflorestamentos mapeados analogicamente pelo PRODES, desde o início do projeto, em 1988, até o ano de 2000, foram acumulados em um único mapa, doravante assumidos como desflorestamento antigo. A partir de 2001, manteve-se a regra de agregação dos polígonos, como estratégia para analisar todas as áreas de desflorestamentos contíguos com área superior a 25 ha. Entretanto, após a agregação dos desflorestamentos e aplicação do critério de área mínima contígua maior que 25 ha, os polígonos foram novamente desagregados de acordo com o ano em que o desflorestamento ocorreu, a fim de permitir análises anuais no período posterior ao ano de 2000.

3.3.5 Análise dos dados

A análise da expansão da soja no Mato Grosso ao longo do período estudado concentrou-se na discussão dos resultados para o estado e por biomas. Para tanto, os mapas de soja (CEI/MODIS) foram sobrepostos individualmente aos limites dos biomas e geradas estatísticas da expansão da soja em cada bioma do Mato Grosso. Foram

produzidos ainda dados da área cultivada com soja por município, através da sobreposição dos mapas de soja do ano/safra 2000/2001 a 2011/12 aos limites político administrativos dos municípios do Mato Grosso, cujos resultados foram dispostos nos Apêndices, com breves menções a municípios específicos (de maior relevância em termos de expansão da soja) ao longo da seção dos resultados e discussões. Um paralelo entre os dados da área de soja por município oriundos do mapeamento CEI/MODIS e os dados provenientes do PAM/IBGE para as safras 2000/2001 a 2010/2011 é apresentado no Apêndice B.

Para obter as informações do cultivo de soja em áreas desflorestadas, foram efetuadas análises conjuntas entre os mapas de soja e os mapas de desflorestamentos do PRODES. Os mapas de soja referentes aos anos/safra 2000/01 a 2011/12 foram sobrepostos, individualmente, ao mapa dos desflorestamentos acumulados até 2000, a fim de estimar a área de soja em desflorestamento antigo. Em seguida, cada mapa de soja foi sobreposto ao mapa de desflorestamentos do PRODES acumulados até 2001 e a todos os demais mapas de desflorestamentos acumulados até cada ano imediatamente anterior ao ano/safra do mapa de soja em questão. Por exemplo, o mapa de soja do ano/safra 2003/04 foi sobreposto aos mapas de desflorestamento antigo e aos mapas de desflorestamentos acumulados até 2001, até 2002 e até 2003. Desta forma, foram identificadas as áreas de soja sobre os desflorestamentos do PRODES, indicando o ano em que o desflorestamento ocorreu. As análises realizadas foram detalhadas e discutidas com foco em dois períodos, anterior e posterior à Moratória, com o propósito de analisar isoladamente o caso da expansão da soja sobre desflorestamentos no período prévio a declaração da Moratória, em 24 de julho de 2006.

Os assentamentos, terras indígenas e unidades de conservação foram analisados no contexto geral do território do Mato Grosso e também isoladamente, sendo identificada a dinâmica do desflorestamento verificada nestes domínios ao longo do período avaliado, bem como ocupação destas áreas para o cultivo de soja.

4 RESULTADOS

4.1 Dinâmica de ocupação da soja no Mato Grosso

Os mapas das áreas de soja do Mato Grosso, para os 12 anos/safra avaliados, estão dispostos no Apêndice A. Um paralelo entre as estimativas da área de soja oriundas do mapeamento via método CEI, utilizando as imagens do MODIS (CEI/MODIS) e as estimativas oficiais do IBGE, por município, é apresentado no Apêndice B. A análise de correlação entre estas as estimativas resultou em coeficientes de correlação de Pearson que variaram entre 0,97 e 0,99 nos anos/safra avaliados, indicando uma elevada concordância entre as estimativas (vide Figuras B.1 e B.2 do Apêndice B). A Tabela C.1 do Apêndice C apresenta ainda um panorama detalhado da distribuição da área de soja proveniente do mapeamento via CEI/MODIS, por município, indicando se o município pertence a um, dois ou três biomas e as respectivas proporções da área de soja em cada bioma, para cada ano/safra avaliado.

A Figura 4.1 apresenta a área cultivada com soja no Mato Grosso por bioma do ano/safra 2000/01 até 2011/12, associada aos respectivos preços da soja praticados no mercado doméstico nos meses que antecedem a semeadura de cada nova safra.

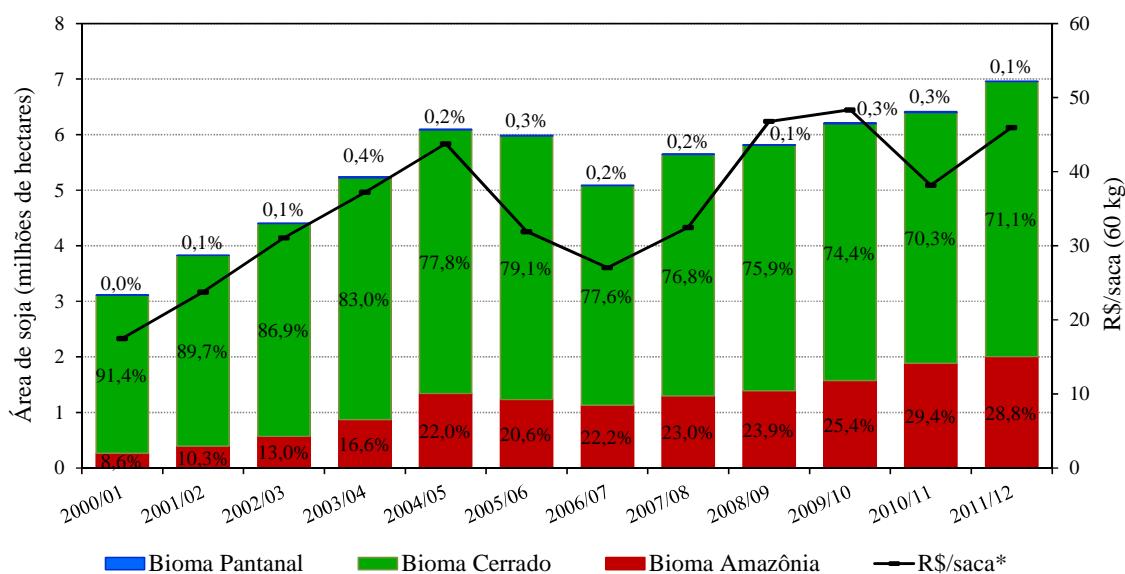


Figura 4.1 - Área de soja mapeada via CEI/MODIS e os percentuais em cada bioma do Mato Grosso, por ano/safra. *Preço FOB⁶ médio à vista do período de pré-semeadura da safra (01 de abril a 30 de setembro) praticado no porto de Paranaguá-PR.

O cenário apresentado na Figura 4.1 denota que, entre os anos/safra de 2000/01 e 2011/12, a área de soja no Mato Grosso mais que dobrou, passando de 3,1 para 7,0 Mha. Esse incremento na área se deu principalmente entre 2000/01 e 2004/05, com uma taxa média de expansão de 18,3% ao ano (a.a.), fazendo com que a área de soja praticamente dobrasse, chegando a 6,1 Mha já no ano/safra 2004/05. Nos dois anos/safra posteriores (2005/06 e 2006/07) houve uma redução na área de soja, que chegou a 5,1 Mha em 2006/07, motivada pela queda nos preços da *commodity* no mercado internacional. A partir do ano/safra 2006/07, observou-se um novo período de retomada do crescimento em um ritmo menos acelerado (média de 6,5% a.a.) que o período anterior (18,3% a.a.), mas suficiente para que a área de soja atingisse 7,0 Mha na safra 2011/12.

Estas variações na área cultivada ao longo dos anos/safra têm sido motivadas, sobretudo, pela oscilação dos preços da soja no mercado internacional em conjunto com

⁶ FOB, do inglês *Free On Board* o que significa que o exportador é responsável pela mercadoria até ela estar dentro do navio, para transporte, no porto indicado pelo comprador. Neste caso, os custos logísticos e demais responsabilidades pelo produto, até este estar disposto no navio, fica por conta do exportador.

as variações da taxa de câmbio que determinam o preço final a ser praticado no mercado doméstico. A Figura 4.1 mostra que a oscilação dos preços praticados no mercado doméstico no período de pré-semeadura acompanha as tendências de expansão/retração na área de soja no Mato Grosso, com exceção do ano/safra 2010/11, quando a queda nos preços não resultou em queda na área a ser cultivada. No entanto, é notória a influência dos preços praticados no estabelecimento da intenção de plantio por parte dos produtores, o que corrobora com trabalhos como o de Morton et al. (2006).

Em termos de biomas, o Cerrado destacadamente é o bioma onde a soja está concentrada em sua maioria. Contudo, a participação relativa deste bioma no total de soja cultivada no Mato Grosso vem caindo nos últimos anos, ao passo que a participação do bioma Amazônia vem aumentando gradativamente. No ano/safra 2000/01, 91,4% das lavouras de soja estavam alocadas no bioma Cerrado e apenas 8,6% no bioma Amazônia, sendo que no ano/safra 2011/12, a distribuição das áreas de soja já alcançava uma proporção de 70 e 30% para os biomas Cerrado e Amazônia, respectivamente. Esse panorama indica uma tendência de deslocamento da fronteira agrícola da região centro-sul do Mato Grosso para as bordas do bioma Amazônia. Tal fenômeno já vem sendo reportado em estudos como os de Nepstad et al. (2002), Morton et al. (2006), Nepstad et al. (2008), Sawyer (2008), Risso et al. (2010), Macedo et al. (2012) e está retratado nos mapas de soja que compõem o Apêndice A deste trabalho.

Por outro lado, a participação relativamente menor do Cerrado não significa que houve retração na área total de soja cultivada neste bioma. Pelo contrário, enquanto que o crescimento da área de soja no bioma Amazônia foi de 1,7 Mha, no Cerrado foi de 2,1 Mha no decorrer do período estudado. Logo, o aumento da importância relativa do bioma Amazônia no cenário da produção de soja no Mato Grosso foi alavancado pela maior taxa anual média de expansão da soja no bioma Amazônia entre os anos avaliados (22,2%), frente ao bioma Cerrado (5,6%). Somente no período de 2000/01 a 2004/05, a área de soja no bioma Amazônia cresceu de 0,3 para 1,3 Mha. Após um período de ligeira queda nos anos/safra 2005/06 e 2006/07 (que acompanharam a tendência do estado de retração da área total de soja), um novo período de crescimento, menos intenso, foi observado a partir de 2006/07, de tal modo que a área total de soja no bioma

Amazônia alcançou 2,0 Mha no ano/safra 2011/12. A desaceleração verificada após o ano/safra 2005/06 no bioma Amazônia não é explicada exclusivamente pelas variações de preços, mas também por um conjunto de fatores que, entre outras coisas, envolvem ações de contenção do desflorestamento do PPCDAM (BRASIL, 2004) e da Moratória (RUDORFF, et al., 2011, 2012).

A participação do bioma Pantanal na produção de soja foi praticamente nula, frente à dimensão da área cultivada com a oleaginosa no Mato Grosso. De tal modo que, em nenhum dos anos/safra avaliados, ultrapassou o patamar de 20 mil ha ou 0,3% do total da área de soja do estado. Isso se deve à condição geomorfológica do bioma Pantanal, onde predominam as planícies caracterizadas pela inundação sazonal, o que cria entraves técnicos para produção de soja nesta região. As poucas áreas originalmente de pastagem no Pantanal, que foram convertidas para lavouras de soja concentram-se no município de Cáceres (Tabela C.1 – Apêndice C), em porções planas de maior altitude.

4.2 O caso da soja no bioma Amazônia mato-grossense

4.2.1 Diagnóstico quantitativo da ocupação dos desflorestamentos no bioma Amazônia pela soja vs. Moratória da Soja

Originalmente, a porção do bioma Amazônia no Mato Grosso (48,3 Mha) possuía aproximadamente 90% ou 43,3 Mha cobertos com fitofisionomias florestais, de acordo com a classificação do PRODES. Desse total, 11,6 Mha ou 27 % encontravam-se desflorestados até o ano de 2000, com apenas 0,18 Mha de soja alocados nestes desflorestamentos no ano/safra 2000/01 (Figura 4.2).

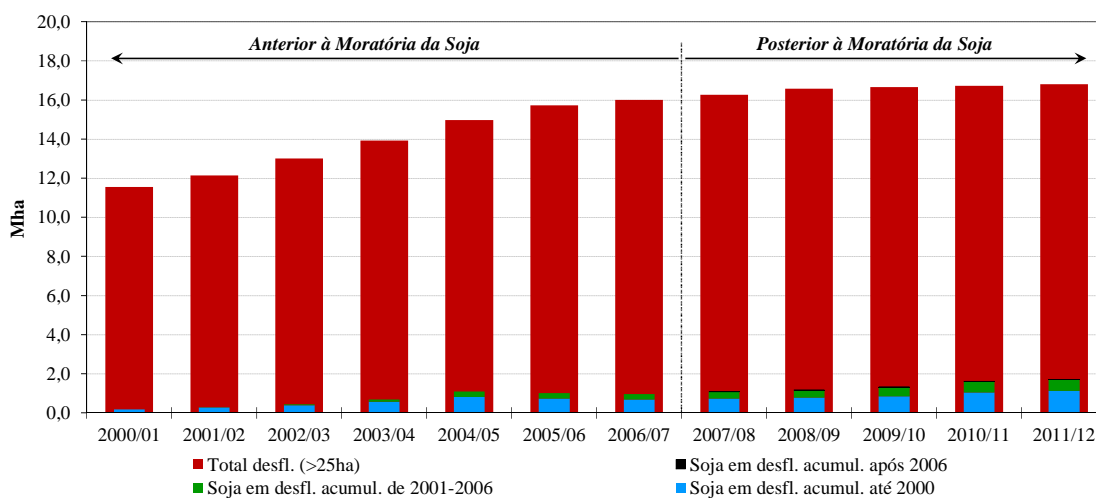


Figura 4.2 - Desflorestamento total acumulado do bioma Amazônia no Mato Grosso e a ocupação relativa destes desflorestamentos pela soja do ano/safra 2000/01 a 2011/12.

Entre 2000 e 2004 (este último, corresponde ao ano do pico histórico de desflorestamento no Mato Grosso), as taxas anuais desflorestamento mantiveram-se em patamares elevados (vide Figura 2.1). De modo que o desflorestamento total acumulado até 2004 alcançara 15,3 Mha e até 2006 (ano da assinatura da Moratória) chegou a um total de 16,3 Mha. Apesar da baixa representatividade relativa da soja na ocupação de áreas desflorestadas, a Figura 4.2 evidencia um crescimento contínuo da área de soja sobre o total desflorestado, passando de 0,18 Mha no ano/safra 2000/01 para 1,73 Mha no ano/safra 2011/12.

Mesmo ao longo período de vigência da Moratória, a soja continuou com a tendência de incorporação áreas desflorestadas para sua produção. Basta observar que, do ano/safra 2006/07 a 2011/12, a área de soja sobre desflorestamentos do Mato Grosso cresceu em 772 mil ha, porém, apenas 14,4 mil ha (1,9%) se deram sobre desflorestamentos ocorridos após 2006. Isso reforça a tese de que grande parte da expansão recente da soja no Mato Grosso está ocorrendo sobre áreas previamente desflorestadas para outros usos, essencialmente pastagem (MACEDO et al., 2012). Estes resultados corroboram também com os dados de referência provenientes da Moratória, os quais indicam que a incorporação de novas áreas recentemente desflorestadas à produção de soja tem sido

pouco expressiva nos últimos anos (RUDORFF, et al., 2011, 2012, ABIOVE, 2012). A Figura 4.3, apresenta um panorama comparativo entre ambos os levantamentos das áreas de soja (Moratória e CEI/MODIS) presentes em desflorestamentos ocorridos no bioma Amazônia após 2006, aplicando-se a mesma regra de seleção de polígonos desflorestados da Moratória⁷.

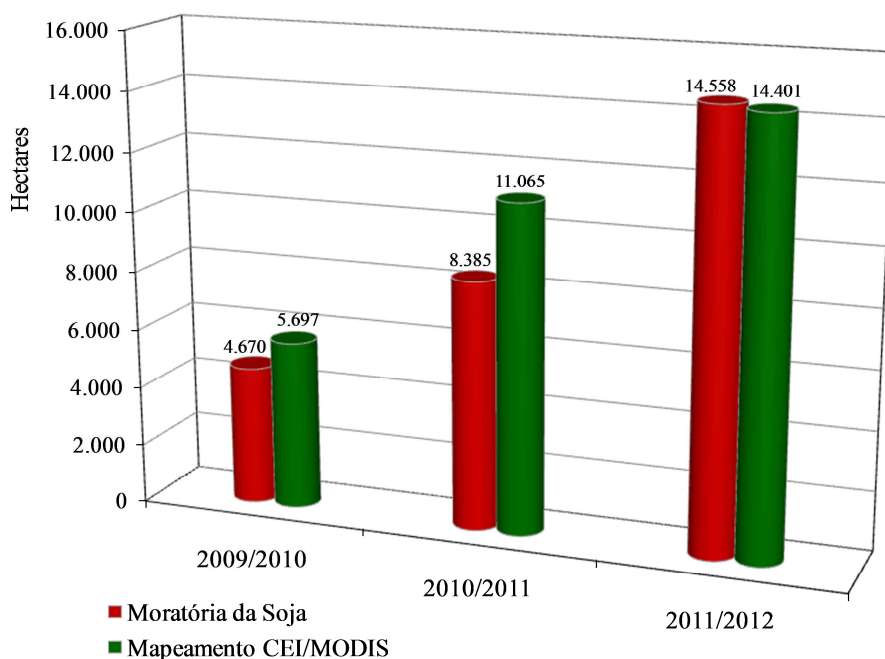


Figura 4.3 - Comparativo entre os dados de área de soja do monitoramento de referência da Moratória e os dados oriundos do mapeamento via CEI/MODIS.

Apesar da resolução espacial moderada das imagens do MODIS para o monitoramento da soja, frente aos dados de fotografias aéreas da Moratória, o mapeamento via CEI/MODIS mostrou-se hábil para estimar a área soja em desflorestamentos recentes, conforme a comparação apresentada na Figura 4.3. Tal resultado aponta para uma perspectiva promissora de uso exclusivo de imagens MODIS para monitoramento da soja em áreas desflorestadas da Amazônia, independente da continuidade do projeto da Moratória, que é de caráter temporário. Todavia, a Moratória prevê que produtores que

⁷i) Polígonos desflorestados contidos em municípios, cuja safra atual ou na projeção do ano seguinte, indicaram área de plantio de soja superior a 5.000 ha (Fonte: IBGE); ii) Polígonos desflorestados não contidos em áreas protegidas - unidades de conservação (Fonte: MMA), reservas indígenas (Fonte: FUNAI) ou assentamentos (Fonte: INCRA).

estiverem em desacordo com as regras deste tratado devem ser identificados e notificados, de modo que a listagem destes produtores seja encaminhada para todas as empresas exportadoras, participantes da Moratória, as quais ficam impedidas de comprar a produção de soja dos produtores incluídos nesta listagem (RUDORFF, et al., 2012).

Nesse contexto da Moratória, o monitoramento da soja fica, invariavelmente, dependente da fase de sobrevoo e trabalho de campo, pois não são tolerados erros na identificação das áreas de soja, bem como dos produtores responsáveis. Mesmo que a fase de sobrevoo e validação de campo seja onerosa, erros na indicação das áreas de soja implicariam em sanções comerciais equivocadamente aplicadas a produtores que estariam em conformidade e poderia deixar de aplicar tais sanções àqueles que não estariam em conformidade com as regras do acordo da Moratória. Portanto, os mapas oriundos no mapeamento CEI/MODIS devem ser utilizados com ressalvas, pois, apesar de se mostrarem aptos como indicadores da expansão da soja, não devem ser utilizados como fonte exclusiva de informações para ações de fiscalização.

Os resultados relativos à área total desflorestada acumulada e à área de soja sobre desflorestamentos do bioma Amazônia para todos os 48 municípios do Mato Grosso já monitorados pela Moratória (em quaisquer dos anos/safra 2009/10, 2010/11 e 2011/12), no período anterior e posterior Moratória constam na Tabela D.1 do Apêndice D. A seguir, a Tabela 4.1, apresenta um panorama detalhado da expansão da soja em cada ano/safra sobre desflorestamentos de todo o bioma Amazônia mato-grossense, indicando o ano em que o desflorestamento ocorreu.

Tabela 4.1 - Área de soja cultivada sobre áreas desflorestadas por ano em que o desflorestamento foi mapeado pelo PRODES.

	Ano/Safra (un= ha*1.000)											
	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12
Desfl. Antigo [§]	177,8	270,3	393,4	566,4	827,9	739,9	688,2	739,3	780,3	853,8	1.054,6	1.134,8
Desfl. de 2001	-	10,1	24,0	44,3	57,1	51,8	50,4	55,6	56,9	61,3	66,1	67,6
Desfl. de 2002	-	-	16,8	38,7	75,9	71,0	67,3	75,9	80,8	89,1	100,1	106,2
Desfl. de 2003	-	-	-	26,5	82,5	94,8	89,2	106,7	112,5	129,0	149,6	153,2
Desfl. de 2004	-	-	-	-	48,5	46,6	54,4	83,9	99,1	127,1	150,6	166,7
Desfl. de 2005	-	-	-	-	-	5,9	8,3	17,1	25,4	46,7	63,3	67,2
Desfl. de 2006	-	-	-	-	-	-	1,5	5,6	8,1	12,9	17,5	19,1
Desfl. de 2007	-	-	-	-	-	-	-	1,1*	2,2*	3,8*	4,7*	5,9*
Desfl. de 2008	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5*	2,6*	4,5*	5,1*
Desfl. de 2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5*	2,4*	1,7*
Desfl. de 2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5*	2,5*
Desfl. de 2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8*
Total	177,8	280,4	434,2	675,9	1.091,8	1.010,1	959,3	1.085,2	1.166,8	1.326,9	1.614,9	1.730,8

[§] Desflorestamento histórico do PRODES acumulado até o ano 2000.

* Área de soja em desflorestamentos do período de vigência da Moratória.

	Área de soja cultivada sobre desflorestamentos de primeiro ano.
	Área de soja cultivada sobre desflorestamentos de segundo ano.
	Área de soja cultivada sobre desflorestamentos de terceiro ano.
	Área de soja cultivada sobre desflorestamentos de quarto ano.
	Área de soja cultivada sobre desflorestamentos de quinto ano.

Apesar do crescimento relativo da ocupação das áreas desflorestadas pela soja, no ano/safra 2011/12, essa classe agrícola de uso da terra ocupava apenas 10,3% do total das áreas desflorestadas do bioma Amazônia mato-grossense. Essa participação é ainda menor quando analisados os desflorestamentos mais recentes, ou seja, aqueles ocorridos em um intervalo de até três ou quatro anos antes do ano/safra em questão. Por exemplo, considerando apenas os desflorestamentos que ocorreram no intervalo de até um ano antes da safra em questão, apenas 1,5% destes foram convertidos para soja no ano/safra seguinte (área de soja cultivada sobre desflorestamentos de primeiro ano da Tabela 4.1). Infere-se, portanto, que a participação relativa da soja no uso das áreas desflorestadas tende a aumentar com a idade do desflorestamento (Tabela 4.1). Isso ocorre, pois, mesmo que uma área seja desflorestada com o propósito de aproveitamento da mesma para o cultivo da soja, esta conversão geralmente não se dá imediatamente após o processo de desflorestamento. Portanto, existe um período transitório entre o desflorestamento e a entrada definitiva da soja na área na Amazônia, que varia de 1 a 3 anos/safra (BROWN et al., 2005; RISSO et al., 2012a).

Este período é utilizado pelo produtor rural para finalizar o preparo do solo, corrigir o pH via aplicações de calcário e realizar as primeiras aplicações de fertilizantes no solo. Além disso, nestes primeiros anos, são comuns várias operações de preparo do solo com o propósito de corrigir irregularidades do terreno e remover tocos e raízes remanescentes do processo de desflorestamento. Isso porque a operação de colheita mecanizada da soja é efetuada por meio de colhedoras com plataformas flexíveis, que operam rente ao solo e podem sofrer avarias mecânicas, caso o terreno não apresente as condições adequadas para sua operação. Além disso, o impedimento de operação da plataforma rente ao solo implicaria no aumento das perdas na colheita, uma vez que a inserção das primeiras vagens na planta de soja ocorre poucos centímetros acima do solo. Uma estratégia comum adotada pelo produtor para o aproveitamento do solo nessa fase é o cultivo do arroz (SORRENSSEN, 2004; RIVERO et al., 2009; RISSO et al., 2012a), em que a operação da colheita mecanizada é realizada por meio de plataformas rígidas que operam a uma altura entre 20 e 30 cm acima do solo (a inserção da panícula do arroz ocorre em alturas superiores a 30 cm em relação ao solo). Isso evita danos

mecânicos à plataforma devido ao contato com as saliências do terreno ou danos aos sistemas internos da colhedora, causados pela entrada indesejada de raízes e tocos no equipamento (RISSO et al., 2012a).

4.2.2 Dinâmica territorial do avanço da soja no bioma Amazônia

A Figura 4.4 demonstra que, no ano/safra 2000/01, quando o avanço da soja sobre o bioma Amazônia estava ainda no estágio inicial (1,5% do total desflorestado, coberto com soja - vermelho), a soja concentrava-se principalmente no eixo central do estado, nas regiões circunvizinhas ao norte do município de Sorriso, próximo ao contato com o bioma Cerrado (Figura 4.4 - região A). Neste caso, a grande maioria das áreas ocupadas pela soja, representavam áreas originalmente cobertas com fitofisionomias florestais. Ainda no ano/safra 2000/01, algumas lavouras apareciam na região leste do estado, próximas ao município de Querência (Figura 4.4 - região B), em sua maioria, alocadas sobre áreas originalmente cobertas com fitofisionomias de Cerrado.

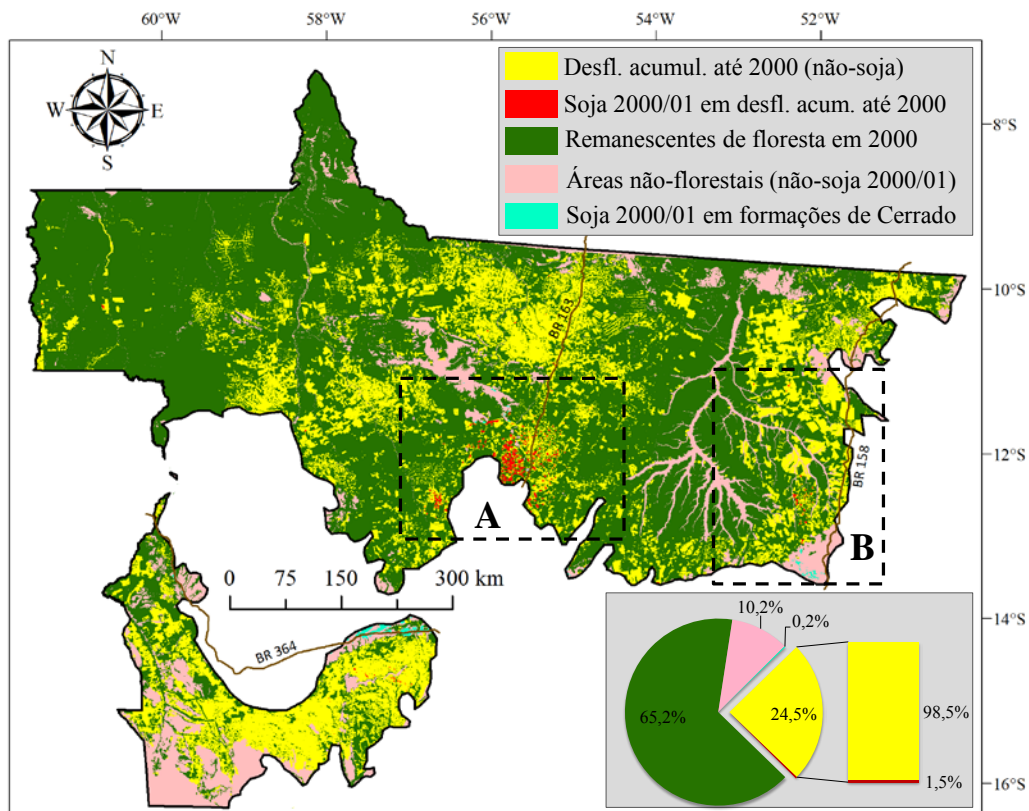


Figura 4.1 - Mapa da área de soja do bioma Amazônia mato-grossense no ano/safra 2000/01, sobre desflorestamentos e sobre áreas originalmente cobertas com fitofisionomias do Cerrado (formações de Cerrado), bem como os remanescentes florestais preservados até 2000.

O início do avanço da soja sobre as áreas do bioma Amazônia através do eixo centro-norte do Mato Grosso é explicado, entre outras coisas, pela sua melhor condição de infraestrutura frente às demais regiões do estado. Essa região situa-se na borda norte de um dos principais pólos consolidados de produção de soja do Brasil, cortado pela BR 163, a qual liga Cuiabá-Mato Grosso a Santarém-PA. Historicamente, o desenvolvimento da agricultura no Mato Grosso tem enfrentado uma série de dificuldades logísticas, em razão dos meios precários disponíveis para o escoamento da produção agrícola, sendo que a BR 163 transformou-se em uma peça chave para minimizar tais dificuldades. No entanto, a competitividade da produção do estado ainda é menor frente às demais regiões de produção de soja do sul do Brasil (TAVARES, 2004).

Dentre as externalidades da expansão agrícola ao longo do eixo da BR 163, diversos autores tem defendido a tese de que, quanto maior a proximidade de uma determinada área à rodovia, maior será sua suscetibilidade ao desflorestamento, mostrando a associação positiva entre estes eventos (LAURANCE et al., 2002; NEPSTAD et al., 2002; SOARES-FILHO et al., 2004; FEARNSIDE, 2006). Nesse sentido, a melhoria das condições de infraestrutura de transporte do Mato Grosso, tal como a conclusão das obras de pavimentação da BR 163, tem enfrentado uma série de resistências, principalmente de ordem ambiental, devido aos possíveis passivos ambientais que tais obras, indiretamente, podem gerar.

Entre o início dos anos 2000 e o ano/safra 2006/07 (último ano/safra antes do início do monitoramento da soja no âmbito da Moratória), a soja já ocupava uma área mais expressiva do bioma Amazônia no Mato Grosso. Neste momento, a soja já cobria 6,0% do total dos desflorestamentos acumulados até 2006 neste bioma, que já haviam crescido em mais de 4,4 Mha, em relação ao acumulado até 2000.

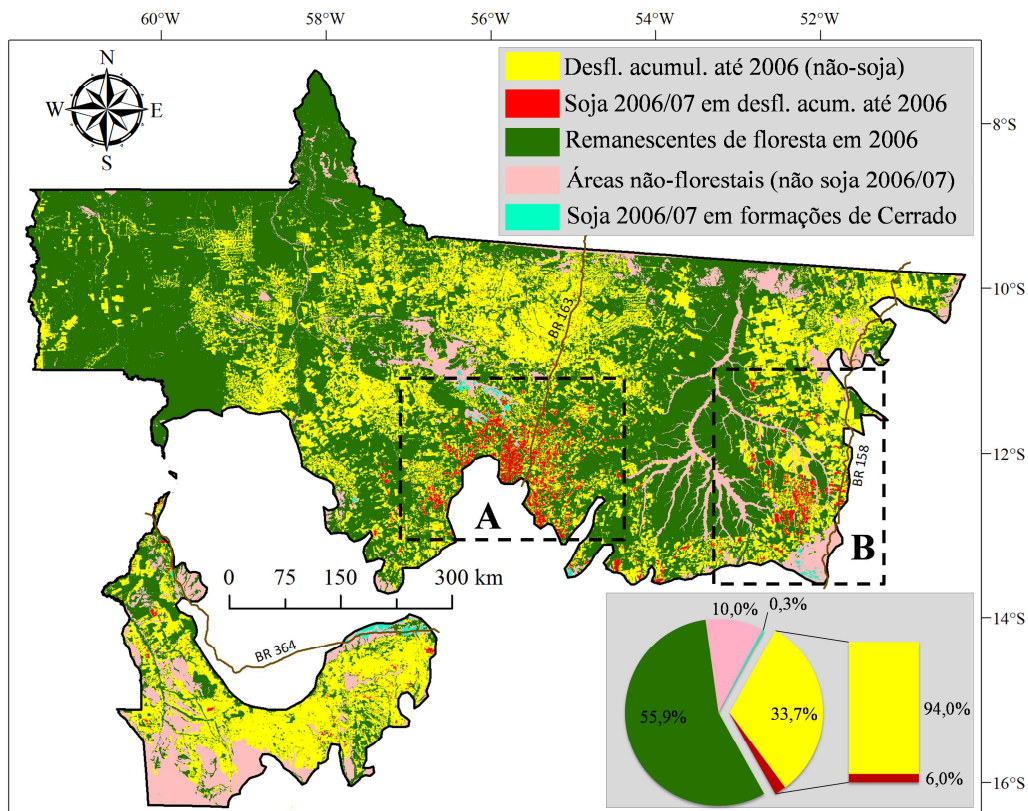


Figura 4.5 - Mapa da área de soja do bioma Amazônia mato-grossense no ano/safra 2006/07, sobre desflorestamentos e sobre áreas originalmente cobertas com fitofisionomias do Cerrado (formações de Cerrado), bem como os remanescentes florestais preservados até 2006.

A Figura 4.5 mostra que houve forte expansão da soja no eixo centro-norte do Mato Grosso no ano/safra 2006/07 frente ao ano/safra 2000/01 (Figura 4.5 – região A). No entanto, a expansão não ocorreu unicamente na direção longitudinal (norte-sul) da BR 163, com uma série de novos bolsões de produção de soja distribuídos no sentido radial ao eixo da rodovia (leste-oeste), por exemplo, nos municípios de Porto dos Gaúchos a oeste, e Santa Carmem a leste da rodovia (vide Tabela B.1 e B.2 do Apêndice B). Além disso, verificou-se um avanço da frente de expansão da soja para os municípios do norte do estado (por exemplo, Itaúba), formando novos pólos de produção, distantes em mais de 100 km dos limites entre os biomas Amazônia e o Cerrado.

Na região leste (Figura 4.5 – região B), as esparsas áreas de produção de soja mapeadas no ano/safra 2000/01 (vide Figura 4.4 – região B) transformaram-se em grandes pólos de produção. Cabe destaque para o município de Querência, o qual apresentara uma área de soja de apenas 13,7 mil ha em 2000/01 e passou para 128,2 mil ha em 2006/07, transformando-se no município mato-grossense com a maior área de soja cultivada sobre o bioma Amazônia (vide Tabela B.1 e B.2 do Apêndice B). Nesta região também foi verificada a formação de diversos núcleos importantes de produção de soja sobre o bioma Amazônia, afastados em mais de 100 km do limite do bioma, tanto no centro norte de Querência, como no noroeste do município de São Félix do Araguaia.

A análise do ano/safra 2011/12 (Figura 4.6) demonstra que a tendência de expansão da soja, observada entre os anos/safra 2000/01 e 2006/07, não sofreu grandes alterações ao longo do período de vigência da Moratória. No ano/safra 2011/12, a área total de soja do Mato Grosso sobre o bioma Amazônia alcançou 2,0 Mha, distribuídos em 1,73 e 0,27 Mha sobre áreas originalmente cobertas com fitofisionomias de floresta e de Cerrado, respectivamente. O avanço da soja na região centro-norte (Figura 4.6 – região A), embora tenha desacelerado, avançou principalmente nas zonas das radiais leste e oeste da BR163. Novamente o destaque ficou para a região leste do estado (Figura 4.6 – região B), onde a expansão da soja continuou acelerada.

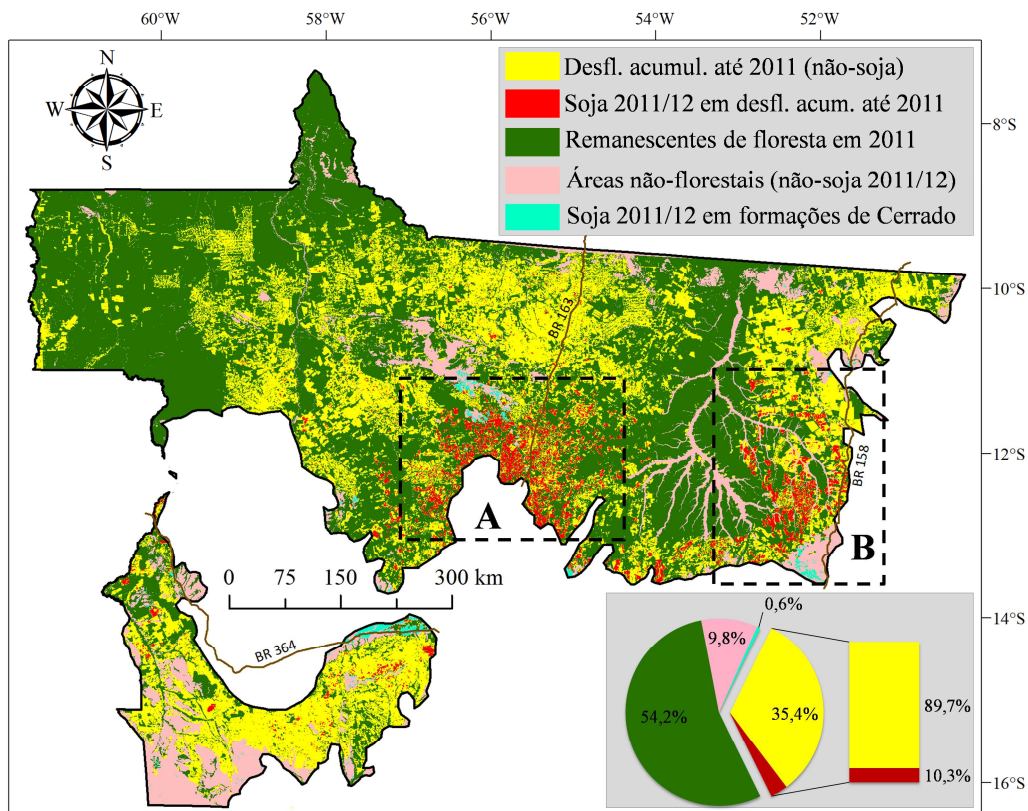


Figura 4.6 - Mapa da área de soja do bioma Amazônia mato-grossense no ano/safra 2011/12, sobre desflorestamentos e sobre áreas originalmente cobertas com fitofisionomias do Cerrado (formações de Cerrado), bem como os remanescentes florestais preservados até 2011.

Atualmente, a região leste do Mato Grosso, ou a região do entorno de Querência tem sido considerada a nova fronteira agrícola do Mato Grosso. Essa foi, durante muitos anos, uma importante região de produção pecuária. Porém, com o investimento de grandes grupos tradicionais de produção de soja do Mato Grosso, como o Grupo Amaggi, a pastagem tem cedido espaços territoriais vastos para a ampliação da produção agrícola nesta região. Além da disponibilidade de grandes áreas de pastagem de baixa produtividade com potencial de recuperação do solo para o cultivo de soja, a região apresenta uma perspectiva futura de escoamento de grande parte de sua produção pelo norte do Brasil, rumo aos portos de Itaqui no Maranhão ou para os portos paraenses de Vila do Conde e Santarém. Para tanto, diferentes configurações de intermodais rodo-ferro-hidroviário ainda necessitam ser viabilizados, como por

exemplo, a conclusão das obras de pavimentação da BR 158, conclusão da ferrovia Norte-Sul, conclusão da Ferrovia de Integração Centro-Oeste (FICO) e investimentos no modal hidroviário do corredor Tocantins-Araguaia.

No que tange às perspectivas da expansão da soja sobre as áreas de pastagem do centro-norte do Mato Grosso (Figura 4.6 – região A), o deslocamento da produção para áreas mais ao norte tem sido limitada, entre outras coisas, devido ao custo do escoamento da produção. Isso ocorre, porque a BR 163 ainda utiliza quase que exclusivamente o sentido sul para o transporte da produção agrícola da região para os portos de Santos-SP (exclusivamente rodoviário ou por um modal misto rodo-ferroviário via terminal Alto Araguaia) e Paranaguá-PR (exclusivamente rodoviário), que embarcam os maiores volumes da soja brasileira para exportação. A opção pelo sentido norte, representaria um menor percurso rodoviário, além de que os portos do Pará levam vantagem sobre os portos do Sul do Brasil por estarem mais próximos dos mercados consumidores da Europa. Por exemplo, o percurso marítimo entre o porto de Santarém e Rotterdam, na Holanda, é reduzido em aproximadamente 3,3 mil km, quando comparado ao percurso a partir do porto de Santos. Porém, as condições precárias do trecho norte da BR 163 (especialmente no PA) inviabilizam a saída da soja no sentido norte, na maior parte do ano. A expectativa de conclusão das obras de pavimentação da BR 163 prevista para 2013 tende a minimizar este problema.

Ademais, novas alternativas logísticas estão em pauta para esta região e podem representar uma excelente oportunidade de expansão da soja sobre as vastas áreas de pastagem presentes no norte do Mato Grosso, que, de acordo com o IMEA (2012a), constitui-se em uma região de grande potencial agrícola, ainda pouco explorado. Para tanto, destacam-se os investimentos previstos para a viabilização da hidrovía Tapajós - Teles Pires, que ligaria o norte do Mato Grosso ao porto da Cargill em Santarém-PA. Soma-se a isso a perspectiva de construção de uma ferrovia paralela à BR 163, ligando Cuiabá-Mato Grosso a Santarém, que se encontra em fase de estudo da viabilidade técnica, econômica e ambiental (primeiros meses de 2013), e conta com investidores chineses dispostos a assumirem as obras, orçadas em aproximadamente R\$ 10 bilhões.

4.3 O caso da soja nas formações florestais do bioma Cerrado mato-grossense

O bioma Cerrado no Mato Grosso cobre uma extensão de 358.857 km², dos quais, aproximadamente 69% ou 247.345 km², originalmente cobertos com as várias fitofisionomias savânicas, típicas do Cerrado, excetuando as fitofisionomias florestais do PRODES (22% ou 79.995 km²) e massas d'água da SEPLAN-Mato Grosso (9% ou 31.517 km²).

Tradicionalmente o bioma Cerrado é a região do Mato Grosso onde a exploração antrópica tem sido mais intensa, quando comparada ao bioma Amazônia (CASTRO; KAUFFMAN, 1998). Contudo não há um consenso ou adoção de critérios únicos entre as diferentes iniciativas de mapeamento do uso/cobertura do solo e para estimativas das áreas com exploração antrópica e/ou desmatadas do Cerrado, por exemplo, Brasil (2007) e Machado et al. (2004). Isso inviabiliza a elaboração de análises precisas em relação às mudanças de uso/cobertura do solo nesse bioma, exceto para as áreas de formações florestais monitoradas pelo PRODES. A Figura 4.7 destaca a área desflorestada do bioma Cerrado mato-grossense mapeada pelo PRODES até o ano de 2011, retratando a participação relativa da soja na ocupação destes desflorestamentos entre os anos/safra 2000/01 e 2011/12.

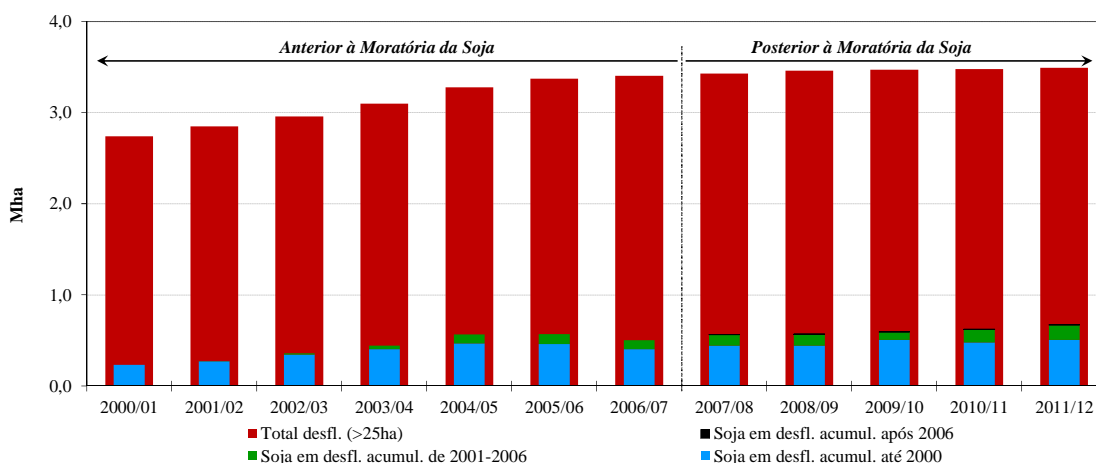


Figura 4.7 - Desflorestamento total acumulado do bioma Cerrado mato-grossense e a ocupação relativa destes desflorestamentos pela soja do ano/safra 2000/01 a 2011/12.

De acordo com os dados do PRODES, 34% ou 2,74 Mha das fitofisionomias florestais presentes no bioma Cerrado mato-grossense encontravam-se desflorestados até o ano de 2000, dos quais 0,23 Mha continham soja no ano/safra 2000/01. Entre o ano/safra 2000/01 e 2006/07 a área de soja em desflorestamentos deste bioma mais que dobrou, alcançando 0,50 Mha ano/safra 2006/07. A partir daí, até o ano de 2011 verificou-se certa estagnação na área total desflorestada, que teve um acréscimo de 88 mil ha no período. A área de soja cresceu em 169 mil ha, dos quais apenas 4,6 mil estavam em desflorestamentos mapeados pelo PRODES no período posterior a 2006. Deste modo, a área total desflorestada até o ano/safra 2011/12 atingiu 3,5 Mha, com aproximadamente 20% (0,67 Mha) ocupados com soja. Isso revela que, apesar das florestas do bioma Cerrado mato-grossense não estarem incluídas no monitoramento da Moratória, não houve pressão indireta da soja sobre estas áreas. Basta observar que a área de soja do ano/safra 2011/12 cultivada sobre desflorestamentos ocorridos entre 2007 e 2011 era de 4,6 mil ha, ou seja, menos de 0,25% da área total da expansão da soja no Mato Grosso no período da Moratória (1,86 Mha).

É importante ressaltar que as áreas florestais disponíveis e mais propícias para a exploração agropecuária no bioma Cerrado (mais próximas das bordas do bioma Amazônia) já foram convertidas para tais atividades. Restam, portanto, principalmente áreas florestais das unidades de conservação e terras indígenas e aquelas de baixas altitudes, tais com as matas ciliares e matas de galeria ao longo dos cursos de água, que adentram o bioma Cerrado, mas que apresentam baixa pré-disposição para o uso agropecuário. Isso ocorre, devido ao relevo, geralmente mais acidentado (que dificulta, por exemplo, o desenvolvimento da agricultura mecanizada), e principalmente porque, no Brasil, a legislação ambiental resguarda as áreas de vegetação nativa próximas aos cursos d'água. Portanto, mesmo que a soja continue incorporando novas áreas do Mato Grosso para a sua produção, não é vislumbrado um cenário de expansão da soja sobre os remanescentes florestais preservados no Cerrado, particularmente por serem áreas menos atrativas do ponto de vista da produção agrícola de larga escala. Contudo, ainda há espaço para que parte das áreas previamente desflorestadas e que estão em uso com pastagem sejam convertidas para lavouras de soja nos próximos anos, sem prejuízo para

a produção pecuária, uma vez que o processo de intensificação das pastagens é uma realidade presente no Mato Grosso (IMEA, 2012b).

4.4 O caso da soja nos assentamentos do INCRA no Mato Grosso

A Constituição Federal brasileira define que a terra precisa cumprir sua função social. Tal função é definida basicamente em termos de índices mínimos de produtividade, que apesar de não acompanharem a evolução tecnológica da agropecuária brasileira, ainda são os critérios utilizados para a desapropriação de terras. De acordo com o INCRA, existem até o momento, 402 áreas de assentamentos no Mato Grosso, que totalizam aproximadamente 4,4 Mha. Desse total, 267 áreas foram desapropriadas com base no preceito do cumprimento da função social da terra, prevista na constituição. Os demais assentamentos foram estabelecidos em terras arrecadadas pela União, doadas ao governo federal, compradas pelo governo federal ou recolhidas pelo governo estadual.

No contexto do cumprimento da função social da terra é inevitável a ocorrência de supressão da cobertura vegetal natural com o propósito de utilização de parte das áreas dos assentamentos para uma produção agropecuária mínima, que garanta a subsistência das famílias assentadas. Deste modo, dos 3,1 Mha originalmente cobertos com fitofisionomias florestais dentro de assentamentos do Mato Grosso, 1,4 Mha (43,9%) encontravam-se desflorestados até o ano de 2000 (INPE, 2012). Até 2006 esse número já atingia 2,1 Mha (67,5%) e até 2011, 2,3 Mha (74,2%). Contudo a produção de soja nestas áreas pode ser definida como pouco relevante a maioria dos assentamentos. Isso ocorre devido à característica de produção da soja, que é de larga escala, ao passo que os assentamentos são caracterizados por sistemas de produção agrícola familiar ou de pequena escala. Por exemplo, na safra 2000/01, o mapeamento da soja via CEI/ MODIS identificou a ocorrência de soja em apenas 30 mil ha no total dos assentamentos do estado, aumentando para 75 mil ha em 2006/07 e 149 mil ha em 2011/12. Contudo, estes números podem ser ligeiramente diferentes em alguns casos em função das limitações do método CEI/MODIS em mapear pequenos talhões de soja, frequentemente encontrados nos assentamentos.

Os resultados oriundos do mapeamento CEI/MODIS indicaram que, no ano/safra 2000/01, apenas três assentamentos apresentaram uma área de soja superior a 1.000 ha. Acima desse patamar, já eram 16 assentamentos em 2006/07 e 35 em 2011/12. Nesse aspecto, cabe destaque para dois deles, que juntos, respondem por aproximadamente 30% de toda a soja cultivada nos assentamentos do Mato Grosso. São eles, o Projetos de Assentamento (PA) Tapurah/Itanhanga e o PA Eldorado I, também situado no atual território de Ipiranga do Norte (Figura 4.8).

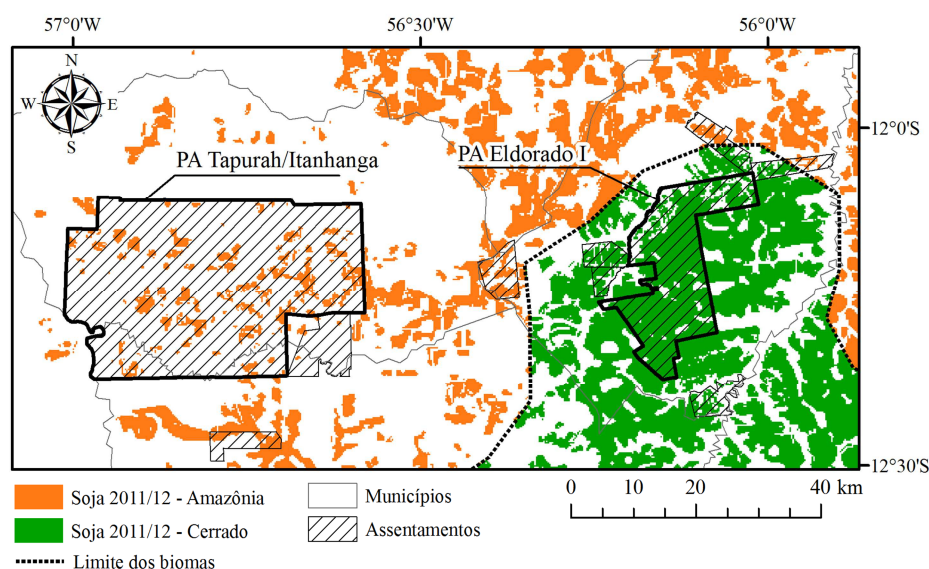


Figura 4.8 - Distribuição espacial das áreas cultivadas com soja no PA Tapurah/Itanhanga e o PA Eldorado I - ano/safra 2011/12.

Semelhantemente ao PA Eldorado I, que pela dimensão dos talhões de soja, mostra uma características de concentração fundiária, diversos outros pequenos PAs também apresentam áreas consideráveis cultivadas com soja. Isso ocorre de maneira evidente nos diversos assentamentos que aparecem próximo aos PAs em destaque na Figura 4.8. Cabe ressaltar que estes assentamentos estão inseridos em uma região consolidada de produção agrícola de larga escala e fica evidente a influência regional no tipo de exploração agropecuária dos PAs. Estas regiões já dispõem de infraestrutura mínima para a produção agrícola, tornando viável o cultivo de soja em assentamentos, mesmo que parte deles preserve o caráter tipicamente de agricultura de pequena escala. Por outro lado, os PAs localizados em regiões afastadas dos pólos de produção agrícola

(norte de Mato Grosso, por exemplo) não apresentam as mesmas condições favoráveis frente àqueles mostrados na Figura 4.8 e, conseqüentemente, o mapeamento CEI/MODIS não indicou presença de áreas de soja nesses assentamentos em nenhum dos anos/safra avaliados.

4.5 O caso da soja nas terras indígenas no Mato Grosso

Os mapas de terras indígenas fornecidos pela FUNAI indicam que, entre delimitadas e regularizadas, as terras indígenas que estão totalmente ou parcialmente alocadas no Mato Grosso totalizam 70 reservas. Com uma área total de 16,7 Mha, estas reservas cobrem quase 20% do território do Mato Grosso. De acordo com os dados do PRODES, a área de fitofisionomias florestais das terras indígenas totalizam 11,8 Mha ou 71% da área total das reservas. As taxas de desflorestamentos verificados nestes domínios são baixas, apesar disso, até o ano de 2000 o PRODES havia mapeado 185,1 mil ha (1,6%) de áreas desflorestadas. No ano de 2006 o valor acumulado alcançara 293,7 mil ha (2,5%) e o acumulado até 2011 atingiu o patamar de 296,8 mil ha (2,5%), demonstrando relativa estagnação na área desflorestada após 2006.

De acordo com o art. 231 da Constituição Federal Brasileira de 1988 (BRASIL, 1988), o cultivo de soja pode ser considerado inconstitucional, uma vez que não se trata de um uso da terra tradicional e não garante os recursos ambientais necessários para a reprodução da cultura do índio. Contudo, o mapeamento CEI/MODIS indicou a ocorrência de soja em patamares superiores a 1.000 ha em uma reserva no ano/safra 2000/01, três reservas no ano/safra 2006/07 e seis reservas no ano/safra 2011/12 (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 - Principais terras indígenas do Mato Grosso que apresentaram cultivo de soja nas safras 2000/01, 2006/07 e 2011/12.

Nome TI	Ano da Criação	Área TI (ha)	2000/01 Soja (ha)	2006/07 Soja (ha)	2011/12 Soja (ha)
Estação Parecis	2010	2.170	634	836	1.010
Nambikwara	1987	1.011.961	1.288	2.188	2.982
Marãiwatsédé	1999	165.241	0	2.342	4.617
Paresi	1987	563.586	55	466	5.781
Batelão	2007	117.050	0	1.464	6.067
Utiariti	1987	412.304	0	55	8.840

A sobreposição dos mapas de soja aos limites das terras indígenas demonstra que parte das áreas de soja que ocorrem dentro das reservas está localizada nas suas bordas (faixas cultivadas com soja nas bordas internas das reservas, com larguras variando entre 500 a 4.000 m). Esse processo é mais evidente nas terras indígenas Nambikwara e Paresi, localizadas nos municípios de Comodoro e Tangará da Serra, respectivamente (Figura 4.9). Estes casos, geralmente estão associados à entrada de fazendeiros lindeiros às terras indígenas que, muitas vezes, avançam para além dos limites das suas propriedades e aproveitam as bordas das terras indígenas para aumentarem suas áreas de produção de soja, tal como reportado pela ONG Repórter Brasil em 2010 (REPÓRTER BRASIL, 2010). Lima (2008) em seus trabalhos de campo também registrou a presença de diversas áreas com uso agropecuário nas áreas internas das terras indígenas, a exemplo de lavouras de soja na reserva Paresi, no ano de 2004.

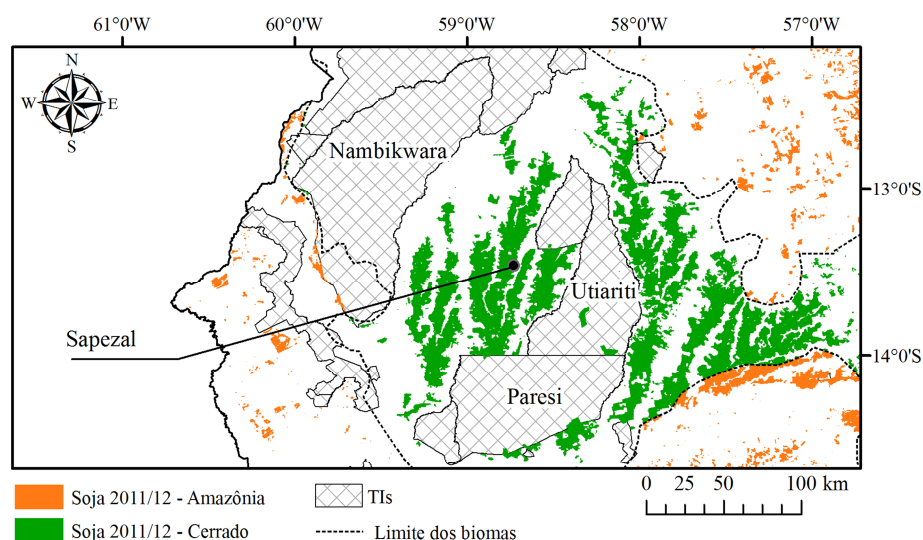


Figura 4.9 - Principais terras indígenas do oeste do Mato Grosso em que foi verificada ocorrência de áreas de soja nos últimos anos/safra. Destaque para áreas de soja mapeadas no ano/safra 2011/12.

Por outro lado, alguns talhões de soja mapeados pelo CEI/MODIS estão localizados vários km adentro das terras indígenas. Por exemplo, a reserva Utiariti em Tangará da Serra (Figura 4.9), reserva Batelão, localizada em porções dos municípios de Juara, Nova Canaã do Norte e Tabaporã, assim como a reserva Marãiwatsédé, localizada em porções territoriais de Alto Boa Vista, Bom Jesus do Araguaia, São Félix do Araguaia (Figura 4.10). Nestes casos, a ocorrência de soja envolve diferentes formas de acesso à terra para a sua produção.

Enquanto que em Marãiwatsédé (Figura 4.10), a soja tem sido considerada "invasora", trazida por produtores da região que invadem as terras e se apossam de áreas para a produção de soja, em Utiariti, Nambikwara e Paresi a produção de soja no interior das aldeias tem sido viabilizada por meio de contratos de parceria formalizados entre produtores e lideranças das aldeias. Estes acordos preveem que os indígenas forneçam a terra e a mão-de-obra e os parceiros empresariais, insumos (sementes, agrotóxicos, adubos, etc.), financiamentos e máquinas, sendo que o resultado da comercialização deve ser dividido igualmente entre as partes (REPÓRTER BRASIL, 2010). Contudo, esta forma de arrendamento fere a lei 6.001 de 1973 (BRASIL, 1973),

conhecida como Estatuto do Índio no art. 18, o qual estabelece que as terras indígenas não possam ser objeto de arrendamento ou de qualquer ato ou negócio jurídico que restrinja o pleno exercício da posse direta pela comunidade indígena.

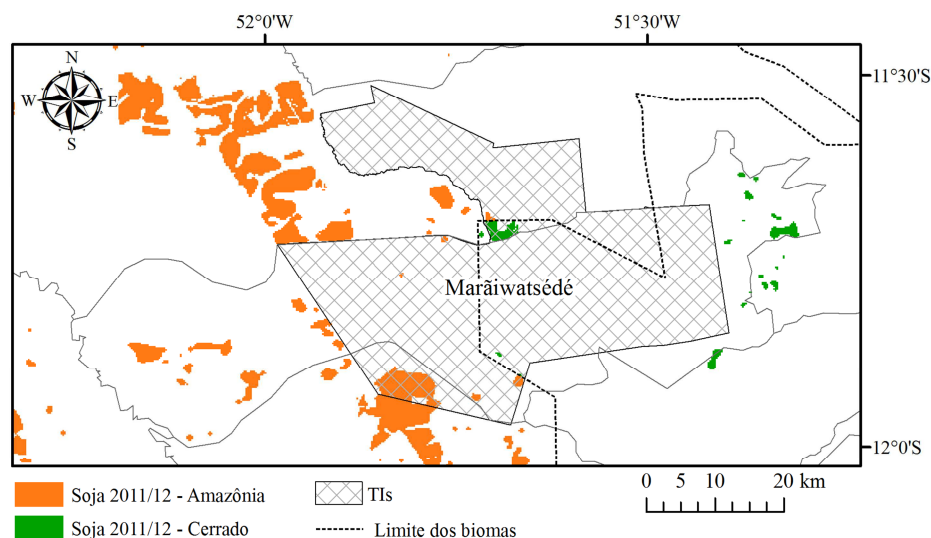


Figura 4.10 - Terra indígena Marãiwatsédé, localizada no leste do Mato Grosso, em que foi verificada ocorrência de áreas de soja nos últimos anos/safra. Destaque para áreas de soja mapeada no ano/safra 2011/12.

A reserva Marãiwatsédé (Figura 4.10), ficou conhecida nacionalmente no final de 2012 devido à tensão causada pela retirada de aproximadamente sete mil agricultores que viviam no distrito de Posto da Mata, localizado dentro do domínio dessa reserva. Para a FUNAI essa TI, que só foi homologada em 1999, trata-se de uma entre outras terras indígenas brasileiras que foram demarcadas sobre áreas previamente utilizadas com atividade agropecuária e, portanto, estariam passíveis de continuidade dessas atividades por parte dos índios (LIMA, 2008).

Em suma, a área de soja cultivada em terras indígenas é pequena na dimensão da área total de soja cultivada em Mato Grosso (no ano/safra 2011/12 foi equivalente a 0,7%). Mesmo assim estas são todas áreas cultivadas numa condição de ilegalidade de acordo com as leis vigentes no Brasil (BRASIL, 1973; BRASIL, 1988) em que a área de produção de soja tem crescido ao longo dos últimos anos, passando de

aproximadamente 5 mil ha no ano/safra 2000/01 para aproximadamente 50 mil ha no ano/safra 2011/12.

4.6 O caso da soja nas unidades de conservação no Mato Grosso

Dentro do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído pela lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, as unidades de conservação estão subdivididas em unidades de proteção integral e unidades de uso sustentável. O grupo das unidades de proteção integral é composto pelas seguintes categorias: Estação Ecológica (ESEC), Reserva Biológica (REBIO), Parque Nacional (PARNA), Monumento Natural (MN) e Refúgio de Vida Silvestre (RVS). O grupo das unidades de uso sustentável está categorizado em: Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), Floresta Nacional (FLONA), Reserva Extrativista (RESEX), Reserva de Fauna (RF), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (REDES) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN). Neste trabalho, as o grupo das unidades de uso sustentável, além das RPPN, fizeram parte do processo de geração das máscaras de áreas não-agrícolas (vide item 3.4.1), por conseguinte as análises de ocorrência de soja em unidades de conservação concentraram-se nas unidades de uso sustentável, com exceção das RPPN.

O estabelecimento de unidades de conservação é o principal mecanismo utilizado pelos órgãos governamentais para conservação ambiental (BRASIL, 2004). De acordo com os dados do MMA, existem atualmente (2012) 50 unidades de conservação, entre as federais (10) e estaduais (40), total ou parcialmente contidas no território mato-grossense. Somadas essas unidades de conservação cobrem aproximadamente 4,38 Mha, dos quais 2,23 Mha originalmente eram cobertos com fitofisionomias florestais. Desse total, 108,2 mil (4,9%) ha encontravam-se desflorestados até o ano de 2000 (INPE, 2012). O desflorestamento acumulado até 2006 alcançou 128,7 mil ha (5,8%) e 134,1 mil ha (6,0%) até 2011. A ocorrência de soja verificada nestas unidades de conservação pelo CEI/MODIS no ano/safra 2000/01 foi de 6 mil ha, seguida de 12 e 37 mil ha nos anos/safra 2006/07 e 2011/12, respectivamente. A Figura 4.11 mostra a localização das três APAs que continham toda a área cultivada com soja em unidades de

conservação ao longo do período avaliado, bem como a porção das mesmas cobertas com soja no ano/safra 2011/12.

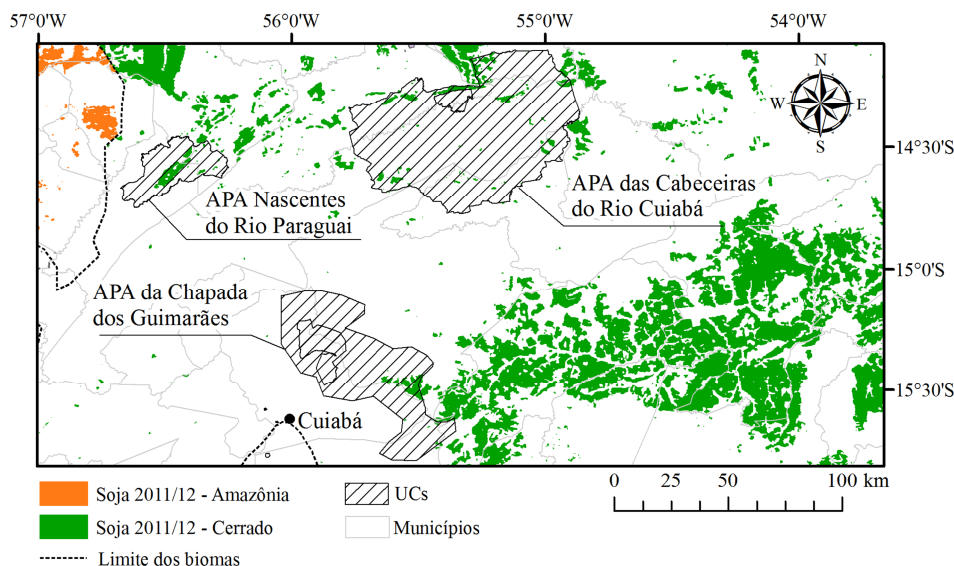


Figura 4.11 - Principais unidades de conservação do Mato Grosso em que foi verificada ocorrência de áreas de cultivo de soja nos últimos anos/safra. Destaque para áreas de soja mapeada no ano/safra 2011/12.

Juntas as APAs Nascentes do Rio Paraguai, Cabeceiras do Rio Cuiabá e Nascentes do Rio Paraguai concentram toda a área de soja verificada em unidades de conservação no Mato Grosso para todos os anos/safra avaliados. Porém, cabe ressaltar que nas APAs é permitida a exploração agrícola através de planos de manejo. Do total desflorestado dentro das unidades de conservação, as três supracitadas também foram responsáveis por aproximadamente a metade de todos os desflorestamentos históricos verificados nestes domínios, mesmo estando integralmente contidas no bioma Cerrado (menores proporções de fitofisionomias florestais, frente ao bioma Amazônia). Nesse sentido, autores como Terborgh e Schaik (2002) e Lima (2008) ressaltam que as unidades de conservação não tem cumprido de maneira tão efetiva a função de conservação da cobertura vegetal natural no Brasil. Isso ocorre não apenas nessa condição em que parte das unidades de conservação estão sendo utilizadas para a produção de soja, mas diversas outras alterações antrópicas, principalmente por meio de exploração

madeira, outras formas de exploração agricultura, mineração, pastoreio e extração comercial de produtos naturais (TERBORGH; SCHAIK, 2002).

5 CONCLUSÕES

Os mapas de soja, obtidos via CEI/MODIS, permitiram acompanhar a dinâmica da expansão da soja no Mato Grosso do ano/safra 2000/01 a 2011/12. Constatou-se que no ano/safra 2000/01, a porção do bioma Amazônia mato-grossense respondia por apenas 8,6% (0,27 Mha) do total da área de soja do Mato Grosso (3,1 Mha). Até 2000, o total desflorestado do bioma Amazônia já era de 11,6 Mha, com soja ocupando apenas 0,18 Mha (1,5%) desse total. Portanto, até o início dos anos 2000 a soja não teve uma contribuição direta expressiva como vetor de desflorestamento.

Entre o ano/safra 2000/01 e 2011/12, esse panorama foi se transformando devido à rápida expansão da soja no Mato Grosso, com gradativo avanço sobre o bioma Amazônia. As regiões chaves que absorveram esta expansão foram o centro-norte do estado, ao longo da BR 163, e a região leste do estado, particularmente no entorno do município de Querência, considerada a nova fronteira agrícola do Mato Grosso.

Conseqüentemente, a soja aumentou sua participação relativa no uso das áreas desflorestadas do bioma Amazônia. Isso foi mais evidente até o ano/safra 2004/05, quando a soja já ocupava 1,1 Mha do total de 15 Mha desflorestados até 2004. Com o lançamento do PPCDAM em 2004 e de outras iniciativas como a Moratória em 2006, observou-se um forte recuo nas taxas de desflorestamento do bioma Amazônia mato-grossense, acompanhado de uma desaceleração na expansão da soja sobre desflorestamentos recentes. Após dois anos/safra seguidos (2005/06 e 2006/07) de queda na área cultivada com soja, sua expansão foi retomada, mas em um ritmo menos intenso e, principalmente, sobre desflorestamentos ocorridos até o ano de 2006. Deste modo, no ano/safra 2011/12, a soja já cobria 2,0 Mha do bioma Amazônia mato-grossense, dos quais 1,73 Mha estavam situados em desflorestamentos mapeados pelo PRODES até 2011. Porém, a expansão da soja durante a Moratória (772 mil ha) se deu quase que exclusivamente sobre áreas desflorestadas no período anterior à Moratória (98,1%).

Nas áreas florestais do bioma Cerrado mato-grossense também foi observada uma expansão mais expressiva na área de soja antes da Moratória, partindo de 0,23 Mha no

ano/safra 2000/01 para 0,5 Mha no ano/safra 2006/07. Durante a Moratória, houve um incremento de 169 mil ha de soja sobre áreas desflorestadas do bioma Cerrado, dos quais, apenas 4,6 mil ha correspondiam aos desflorestamentos mapeados pelo PRODES de 2007 a 2011. Logo, não houve uma expansão expressiva da soja sobre os remanescentes florestais do bioma Cerrado que caracterizasse qualquer tipo de pressão sobre estes remanescentes, associada às ações de controle da expansão da soja sobre os desflorestamentos recentes do bioma Amazônia (por exemplo, Moratória da Soja).

Para a maioria dos assentamentos do Mato Grosso não foi observada a presença de soja, exceto em alguns inseridos em regiões tradicionais de produção de soja no Mato Grosso, onde o padrão dos cultivos sugere um processo de concentração fundiária. Em terras indígenas também foi observado o cultivo de soja, que ocorre na ilegalidade, segundo o que estabelece a legislação brasileira. Nas unidades de conservação do tipo APA (únicas unidades de conservação em que foi verificada a ocorrência de soja) o cultivo de soja só poderia ocorrer segundo critérios estabelecidos em planos de manejo. Em assentamentos, terras indígenas e unidades de conservação os valores de área de soja no ano/safra 2011/12 foram de 149, 50 e 37 mil ha, respectivamente.

Finalmente, é plausível considerar que a soja não vem sendo um vetor significativo de desflorestamento do Mato Grosso, principalmente nos anos anteriores a 2000 e após o estabelecimento da Moratória da Soja em 2006. Considerando que a pecuária está em plena trajetória de intensificação e, conseqüentemente, liberando áreas para outros usos, a expansão da soja poderá continuar no Mato Grosso, caso a demanda pela oleaginosa mantenha-se em alta no mercado, sem prejuízo para a produção pecuária e sem a necessidade de novos desflorestamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. P. D.; CÂMARA, G.; ESCADA, M. I. S. Spatial statistical analysis of land-use determinants in the Brazilian Amazonia: exploring intra-regional heterogeneity. **Ecological Modelling**, v. 209, n. 2-4, p. 169-188, 2007.

ALSTON, L. J.; LIBECAP, G. D.; MUELLER, B. Land Reform Policies, the Sources of Violent Conflict, and Implications for Deforestation in the Brazilian Amazon. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 39, n. 2, p. 162-188, 2000.

ARVOR, D.; JONATHAN, M.; MEIRELLES, M. S. P.; DUBREUIL, V.; DURIEUX, L. Classification of MODIS EVI time series for crop mapping in the state of Mato Grosso, Brazil. **International Journal of Remote Sensing**, v. 32, n. 22, p. 7847-7871, 2011.

ASNER, G. P. Cloud cover in Landsat observations of the Brazilian Amazon. **International Journal of Remote Sensing**, v. 22, n. 18, p. 3855-3862, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS (ABIOVE). **Moratória da soja: 5º ano do mapeamento e monitoramento do planto de soja no bioma Amazônia**, 2012. 23p. Disponível em: <http://www.abiove.com.br/sustent/relatorio10/abiove_relatorio_moratoria_br_out2011.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2012.

BECKER, B. K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005.

BEN-DOR, E., IRONS, J.R., EPEMA, G.F. Soil reflectance. In: RENCZ, N. (Ed.). **Remote sensing for the earth sciences: manual of remote sensing**. New York: John Wiley and Sons, 1999, p. 111 – 188.

BERTRAND, J.-P.; CADIER, C.; GASQUÈS, J. G. O crédito: fator essencial à expansão da soja em Mato Grosso. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 22, n. 1, p. 109-123, 2005.

BORYAN, C.; YANG, Z.; MUELLER, R.; CRAIG, M. Monitoring US agriculture: the US Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service, Cropland Data Layer Program. **Geocarto International**, v. 26, n. 5, p. 341-358, 2011.

BOUCHER, D.; ELIAS, P.; LININGER, K.; MAY-TOBIN, C.; ROQUEMORE, S.; SAXON, E. **The root of the problem: what's driving tropical deforestation today?** Union of Concerned Scientists, Cambridge, MA, 2011. Disponível em: <http://www.ucsusa.org/assets/documents/global_warming/UCS_RootoftheProblem_DriversofDeforestation_FullReport.pdf> Acesso em: 10 Mar. 2012.

BRASIL. Secretaria de Comércio Exterior (SECEX). **Sistema AliceWEB2**. 2012a. Disponível em: <<http://aliceweb2.mdic.gov.br/consulta-ncm/consultar>>. Acesso em: 26 jan. 2012.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Sistema AGROSTAT**. 2012b. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>>. Acesso em: 26 jan. 2012b.

_____. _____. **Estatísticas**. 2012c. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/estatisticas>>. Acesso em: 20 jan. 2012.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado**: relatório final. Brasília: MMA, 2007. 93p. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/cerrado/documentos/relatorio_final.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2011.

_____. _____. **Relatório técnico de monitoramento do desmatamento no bioma Cerrado, 2002 a 2008**: dados revisados. Brasília: MMA, 2009. 67p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatorio_tecnico_monitoramento_desmate_bioma_cerrado_csr_ibama_2002_2008_rev_72.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2012.

_____. Grupo permanente de trabalho interministerial para a redução dos índices de desmatamento da Amazônia Legal. **Plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM)**, 2004. 156p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/169/_arquivos/169_29092008073244.pdf>. Acesso em: 17 Jan. 2013.

_____. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

_____. Lei Nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973. Dispõe sobre o Estatuto do Índio. **Diário Oficial da União**. 21 de dezembro de 1973. Seção 1, p.13.177. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1970-1979/lei-6001-19-dezembro-1973-376325-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em 29 set. 2012.

BROWN, J. C.; KOEPPE, M.; COLES, B.; PRICE, K. P. Soybean production and conversion of tropical forest in the Brazilian Amazon: the case of Vilhena, Rondonia. **Ambio**, v. 34, n. 6, p. 462-469, 2005.

CASTRO, E.; A.; KAUFFMAN, B.; J. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. **Journal of Tropical Ecology**, v.14, p. 263-283, 1998.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). **PIB do agronegócio**: Dados de 1994 a 2011. 2013. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 24 jan. 2013.

CHANG, J.; HANSEN, M. C.; PITTMAN, K.; CARROLL, M.; DIMICELI, C. Corn and soybean mapping in the united states using MODIS time-series data sets. **Agronomy Journal**, v. 99, n. 6, p. 1654-1664, 2007.

CLARK, R.N.; SWAYZE, G.A.; WISE, R.; LIVO, E.; HOEFEN, T.; KOKALY, R.; SUTLEY, S.J. **USGS digital spectral library splib06a**: U.S. Geological Survey, Digital Data Series 231. 2007. Disponível em: <<http://speclab.cr.usgs.gov/spectral.lib06/>>. Acesso em: 17 out. 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABSTECIMENTO (CONAB). **Estudos de prospecção de mercado**: Safra 2012/2013. Brasília: CONAB, 2012a. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_11_16_41_03_prospeccao_12_13.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2013.

_____. **Séries históricas**. 2012b. Disponível em: <www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 02 fev. 2012.

Costa, J.A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: Evangraf, 1996. 233 p.

DIDAN, K.; HUETE, A. **MODIS vegetation index product series collection 5 change summary**. Arizona: The University of Arizona, 2006. 17p. Disponível em: <http://landqa2.nascom.nasa.gov/QA_WWW/forPage/MOD13_VI_C5_Changes_Document_06_28_06.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2011.

DORIGO, W. A.; ZURITA-MILLA, R.; DE WIT, A. J. W.; BRAZILE, J.; SINGH, R.; SCHAEPMAN, M. E. A review on reflective remote sensing and data assimilation techniques for enhanced agroecosystem modeling. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 9, n. 2, p. 165-193, 2007.

EBERHARDT, I. D. R.; RIZZI, R.; RISSO, J. Identificação prévia de talhões de soja no Mato Grosso a partir de imagens MODIS avaliação do mapeamento. In: Sociedade de Especialistas Latino-Americanos em Sensoriamento Remoto (SELPER), 15, 2012. Cayenne. **Anais...** Cayenne: SELPER, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil**. 2004. Disponível em: <www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>. Acesso em: 23 jan. 2012.

FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.F.; NEUMAIER, N.; OYA, T. **A cultura da soja no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 1. CD-ROM.

- FEARNSIDE, P. M. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. **Environmental Conservation**, v. 28, n. 01, p. 23-38, 2001.
- _____. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amazonica**, v. 36, n. p. 395-400, 2006.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C. E. **Stages on soybean development**. Ames: Iowa State University/Cooperative Extension Service (Special Report, 80), 1977. 11 p.
- FRIEDL, M. A.; MCIVER, D. K.; HODGES, J. C. F.; ZHANG, X. Y.; MUCHONEY, D.; STRAHLER, A. H.; WOODCOCK, C. E.; GOPAL, S.; SCHNEIDER, A.; COOPER, A.; BACCINI, A.; GAO, F.; SCHAAF, C. Global land cover mapping from MODIS: algorithms and early results. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, n. 1-2, p. 287-302, 2002.
- GALFORD, G. L.; MUSTARD, J. F.; MELILLO, J.; GENDRIN, A.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P. Wavelet analysis of MODIS time series to detect expansion and intensification of row-crop agriculture in Brazil. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, n. 2, p. 576-587, 2008.
- GALVÃO, L. S.; DOS SANTOS, J. R.; ROBERTS, D. A.; BREUNIG, F. M.; TOOMEY, M.; DE MOURA, Y. M. On intra-annual EVI variability in the dry season of tropical forest: A case study with MODIS and hyperspectral data. **Remote Sensing of Environment**, v. 115, n. 9, p. 2350-2359, 2011.
- JENSEN, J.R. **Remote sensing of the environment: an earth resource perspective**. 2^a ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2007. 592p.
- GITELSON, A. A.; KAUFMAN, Y. J.; MERZLYAK, M. N. Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. **Remote Sensing of Environment**, v. 58, n. 3, p. 289-298, 1996.
- GOEL, N. S. Models of vegetation canopy reflectance and their use in estimation of biophysical parameters from reflectance data. **Remote Sensing Reviews**, v. 4, n. p. 1-212, 1988.
- GOEL, N. S.; REYNOLDS, N. E. Bidirectional canopy reflectance and its relationship to vegetation characteristics. **International Journal of Remote Sensing**, v. 10, n. p. 107-132, 1989.
- GREENPEACE. **Eating up the Amazon**. Amsterdam: Greenpeace International, 2006. 64p. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/international/Global/international/planet-2/report/2006/7/eating-up-the-amazon.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2012.

HAYES, M. J.; DECKER, W. L. Using NOAA AVHRR data to estimate maize production in the United States Corn Belt. **International Journal of Remote Sensing**, v. 17, n. p. 3189-3200, 1996.

HENDERSON, K. E.; BADHWAR, G. D. An initial model for estimating soybean development stages from spectral data. **Remote Sensing of Environment**, v. 14, n. 1-3, p. 55-63, 1984.

HUETE, A.; DIDAN, K.; MIURA, T.; RODRIGUEZ, E. P.; GAO, X.; FERREIRA, L. G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, n. 1-2, p. 195-213, 2002.

HUETE, A.; JUSTICE, C.; VAN LEEUWEN, W. **MODIS Vegetation Index (MOD 13): Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD), version 3.0**. 1999.129 p. Disponível em: <http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod13.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2012.

HUETE, A. R.; LIU, H. Q.; BATCHILY, K.; VAN LEEUWEN, W. A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS. **Remote Sensing of Environment**, v. 59, n. 3, p. 440-451, 1997.

HUETE, A. R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**, v. 25, n. 3, p. 295-309, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Série Relatórios Metodológicos: Pesquisas Agropecuárias**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 92p. v.6. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/PesquisasAgropecuarias2002.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

_____. **Banco de dados agregados: Produção Agrícola Municipal (PAM)**. 2012. Disponível em: <<http://sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=PA&z=t&o=11>>. Acesso em 13 jun. 2012.

INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA (IMEA). **Potencial agropecuário da região Centro Norte de Mato Grosso**. 2012. 28p. Disponível em: <http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/Potencial_Produtivo_da_Regiao_Centro_Norte.pdf>> Acesso em: 13 dez. 2012.

_____. **Bovinocultura Mato-Grossense: Caracterização da Bovinocultura no Estado do Mato Grosso**. 2012b. Disponível em: <<http://imea.com.br/upload/caracterizacaoBovinocultura.pdf>>. Acesso em 29 dez. 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite** - estimativas anuais de desmatamento desde 1988 até 2011. 2012. Disponível em:

<http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2011.htm>. Acesso em: 28 dez. 2012.

IPPOLITI-RAMILO, G. A.; EPIPHANIO, J. C. N.; SHIMABUKURO, Y. E. Landsat-5 Thematic mapper data for pre-planting crop area evaluation in tropical countries. **International Journal of Remote Sensing**, v. 24, n. 7, p. 1521 - 1534, 2003.

JACKSON, R. D.; HUETE, A. R. Interpreting vegetation indices. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 11, n. 3-4, p. 185-200, 1991.

JEPSON, W. Private agricultural colonization on a Brazilian frontier, 1970–1980. **Journal of Historical Geography**, v. 32, n. 4, p. 839-863, 2006.

JIANG, Z.; HUETE, A. R.; DIDAN, K.; MIURA, T. Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, n. 10, p. 3833-3845, 2008.

JORDAN, C. F. Derivation of leaf-area index from quality of light on the forest floor. **Ecology**, v. 50, n. 4, p. 663-666, 1969.

JUSTICE, C. O.; VERMOTE, E.; TOWNSHEND, J. R. G.; DEFRIES, R.; ROY, D. P.; HALL, D. K.; SALOMONSON, V. V.; PRIVETTE, J. L.; RIGGS, G.; STRAHLER, A.; LUCHT, W.; MYNENI, R. B.; KNYAZIKHIN, Y.; RUNNING, S. W.; NEMANI, R. R.; ZHENGMING, W.; HUETE, A. R.; VAN LEEUWEN, W.; WOLFE, R. E.; GIGLIO, L.; MULLER, J.; LEWIS, P.; BARNSELEY, M. J. The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): land remote sensing for global change research. **Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on**, v. 36, n. 4, p. 1228-1249, 1998.

KAUFMAN, Y. J.; TANRE, D. Atmospherically resistant vegetation index (ARVI) for EOS-MODIS. **Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on**, v. 30, n. 2, p. 261-270, 1992.

KNIPLING, E. B. Physical and physiological basis for the reflectance of visible and near-infrared radiation from vegetation. **Remote Sensing of Environment**, v. 1, n. 3, p. 155-159, 1970.

LAURANCE, W. F.; ALBERNAZ, A. K. M.; SCHROTH, G.; FEARNSIDE, P. M.; BERGEN, S.; VENTICINQUE, E. M.; DA COSTA, C. Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. **Journal of Biogeography**, v. 29, n. 5-6, p. 737-748, 2002.

LAURANCE, W. F.; COCHRANE, M. A.; BERGEN, S.; FEARNSIDE, P. M.; DELAMÃNICA, P.; BARBER, C.; D'ANGELO, S.; FERNANDES, T. The Future of the Brazilian Amazon. **Science**, v. 291, n. 5503, p. 438-439, 2001.

LIMA, A. **Aplicação de geoprocessamento na análise da representatividade do Sistema de Unidades de Conservação no Estado do Mato Grosso**. 2008. 153p. (INPE-15205-TDI/1305). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos: 2008. Disponível em: <<http://MatoGrossoc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/MatoGrossoC-m13@80/2005/09.19.19.20/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2013.

LUNETTA, R. S.; KNIGHT, J. F.; EDIRIWICKREMA, J.; LYON, J. G.; WORTHY, L. D. Land-cover change detection using multi-temporal MODIS NDVI data. **Remote Sensing of Environment**, v. 105, n. 2, p. 142-154, 2006.

LUPO, F.; LINDERMAN, M.; VANACKER, V.; BARTHOLOMÃO, E.; LAMBIN, E. F. Categorization of land-cover change processes based on phenological indicators extracted from time series of vegetation index data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 28, n. 11, p. 2469-2483, 2007.

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. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 4, p. 1341-1346, 2012.

MACHADO, L. O. Financial Flows And Drug Trafficking In The Amazon Basin. **UNESCO/MOST - DISCUSSION PAPER 22**, Paris, v. 1, p. 1-18, 1998.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. **Relatório técnico não publicado**. Conservação Internacional, Brasília, DF, 23p. 2004.

MORTON, D. C.; DEFRIES, R. S.; SHIMABUKURO, Y. E.; ANDERSON, L. O.; ARAI, E.; ESPIRITO-SANTO, F. D.; FREITAS, R.; MORISETTE, J. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 103, n. 39, p. 14637-14641, 2006.

National Aeronautics and Space Administration (NASA). **Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS)**. 2012. Disponível em: <<http://reverb.echo.nasa.gov/reverb/>>. Acesso em: 14 mar. 2012.

NEPSTAD, D.; STICKLER, C.; ALMEIDA, O. Globalization of the Amazon soy and beef industries: opportunities for conservation. **Conservation Biology**, v. 20, n. 6, p. 1595-1603, 2006.

NEPSTAD, D.; MCGRATH, D.; ALENCAR, A.; BARROS, A. C.; CARVALHO, G.; SANTILLI, M.; VERA DIAZ, M. D. C. Frontier Governance in Amazonia. **Science**, v. 295, n. 5555, p. 629-631, 2002.

NEPSTAD, D. C.; STICKLER, C. M.; SOARES, B.; MERRY, F. Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. **Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences**, v. 363, n. 1498, p. 1737-1746, 2008.

NIMER, E. **Clima: geografia do brasil. região centro-oeste**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 364 p.

NOVO, E. M. L. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1992. 308 p.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD); FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Agricultural Outlook**, 2012. 282p. Disponível em: <http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2012_agr_outlook-2012-en>. Acesso em: 20 nov. 2012.

PINO, F. Estimação subjetiva de safras agrícolas. **Informações Econômicas**, v. 31, n. p. 55-58, 2001.

PONZONI, F.J. Comportamento espectral da vegetação. In: MENESES, P.R.; MADEIRA NETTO, J.S (Org). **Sensoriamento remoto: reflectância de alvos naturais**. Brasília: Universidade de Brasília, Embrapa cerrados, 2001. 262 p.

RASMUSSEN, M. S. Assessment of millet yields and production in northern Burkina Faso using integrated NDVI from the AVHRR. **International Journal of Remote Sensing**, v. 13, n. p. 3431-3442, 1992.

REPÓRTER BRASIL. **Impactos da soja sobre terras indígenas no estado do Mato Grosso**. 2010. Centro de Monitoramento de Agrocombustíveis - ONG Repórter Brasil. Disponível em: <http://reporterbrasil.org.br/documentos/indigenas_soja_Mato_Grosso.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2012.

RICHARDSON, A. J.; WIEGAND, C. L. Distinguishing vegetation from soil background information. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 43, n. 9, p. 1541-1552, 1977.

RISSO, J.; RIZZI, R.; EBERHARDT, I. D. R.; FERNANDES, S. L. Análise da ocupação e avanço da soja sobre os biomas Cerrado, Floresta Amazônica e Pantanal no estado do Mato Grosso. In: Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas, 19, 2010. Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPEL, 2010. Disponível em:

<http://www.ufpel.edu.br/cic/2010/cd/pdf/CE/CE_00539.pdf>. Acesso em: 20 out. 2012.

RISSO, J.; RUDORFF, B. F. T.; ADAMI, M.; AGUIAR, A. P. D.; FREITAS, R. M. MODIS TIME SERIES FOR LAND USE CHANGE DETECTION IN FIELDS OF THE AMAZON SOY MORATORIUM. **Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.**, v. 39-B8, n. p. 339-344, 2012a.

RISSO, J.; RIZZI, R.; RUDORFF, B. F. T.; ADAMI, M.; SHIMABUKURO, Y. E.; FORMAGGIO, A. R.; EPIPHANIO, R. D. V. Índices de vegetação Modis aplicados na discriminação de áreas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. p. 1317-1326, 2012b.

RIVERO, S. L. D. M.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia**, v. 19, n. 1, p. 41-66, 2009.

RIZZI, R. **Geotecnologias em um sistema de estimativa da produção de soja: estudo de caso no Rio Grande do Sul**. 2004. 212 p.(INPE-12271-TDI/983). Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2004. Disponível em:<<http://www.obt.inpe.br/pgsere/Rizzi-R-2004/publicacao.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2012.

RIZZI, R.; RUDORFF, B. F. T. Estimativa da área plantada com soja no Rio Grande do Sul por meio de imagens Landsat. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 57, n. 3, p. 226-234, 2005.

RIZZI, R.; RISSO, J.; EPIPHANIO, 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, 14, 2009. Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p.387-394. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.16.18.50.57/doc/387-394.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2012.

ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: **THIRD EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE-1 SYMPOSIUM**, 3., 1973, Washington D.C. **Proceedings...** Washington: NASA, 1974. v.1, p. 309-317.

RUDORFF, B. F. T.; BERKA, L. M. S.; MOREIRA, M. A.; DUARTE, V.; XAVIER, A. C.; ROSA, V. G. C.; SHIMABUKURO, Y. E. Imagens de satélite no mapeamento e estimativa de área de cana-de-açúcar em São Paulo: ano-safra 2003/04. **Agricultura em São Paulo**, v. 52, n. 1, p. 21-39, 2005.

RUDORFF, B. F. T.; SHIMABUKURO, Y. E.; CEBALLOS, J. C. **O sensor Modis e suas aplicações ambientais no Brasil**. São José dos Campos: Parêntese, 2007. 428 p.

RUDORFF, C.M.; SUGAWARA, L.M.; VIEIRA, C.A.O.; RIZZI, R. Classificação de soja pelo método de superfícies de resposta espectro temporal. In: B.F.T. Rudorff; Y.E. Shimabukuro; J.C. Ceballos. (Org.). **O sensor MODIS e suas aplicações ambientais no Brasil**. 1 ed. São José dos Campos: Parêntese, 2007, v. 1, p. 107-118.

RUDORFF, B. F. T.; AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; SUGAWARA, L. M.; ADAMI, M.; MOREIRA, M. A. Studies on the Rapid Expansion of Sugarcane for Ethanol Production in São Paulo State (Brazil) Using Landsat Data. **Remote Sensing**, v. 2, n. p. 1057-1076, 2010.

RUDORFF, B. F. T.; ADAMI, M.; AGUIAR, D. A.; MOREIRA, M. A.; MELLO, M. P.; FABIANI, L.; AMARAL, D. F.; PIRES, B. M. The Soy Moratorium in the Amazon Biome Monitored by Remote Sensing Images. **Remote Sensing**, v. 3, n. p. 185-202, 2011.

RUDORFF, B. F. T.; ADAMI, M.; RISSO, J.; DE AGUIAR, D. A.; PIRES, B.; AMARAL, D.; FABIANI, L.; CECARELLI, I. Remote Sensing Images to Detect Soy Plantations in the Amazon Biome—The Soy Moratorium Initiative. **Sustainability**, v. 4, n. 5, p. 1074-1088, 2012.

SAKAMOTO, T.; YOKOZAWA, M.; TORITANI, H.; SHIBAYAMA, M.; ISHITSUKA, N.; OHNO, H. A crop phenology detection method using time-series MODIS data. **Remote Sensing of Environment**, v. 96, n. p. 366-374, 2005.

SAWYER, D. Climate change, biofuels and eco-social impacts in the Brazilian Amazon and Cerrado. **Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences**, v. 363, n. p. 1747-52, 2008.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL DO Mato Grosso (SEPLAN-Mato Grosso). **Sistema Interoperável de Informações Geoespaciais do Estado do Mato Grosso (SIIGEO)**. 2012. Disponível em: <<http://www.siigeo.Mato Grosso.gov.br/>>. Acesso em: 14 abr. 2012.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDYIAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. **Cultura da soja**: Parte I. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 96 p.

SCHEFFER, I., M. **Entrevista realizada em campo nas atividades do Rally da Safra, 2013**. Chapada dos Guimarães, 2013.

SETIYONO, T. D.; WEISS, A.; SPECHT, J.; BASTIDAS, A. M.; CASSMAN, K. G.; DOBERMANN, A. Understanding and modeling the effect of temperature and daylength on soybean phenology under high-yield conditions. **Field Crops Research**, v. 100, n. 2-3, p. 257-271, 2007.

SOARES-FILHO, B.; ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; CERQUEIRA, G.; VERA DIAZ, M. D. C.; RIVERO, S.; SOLÓRZANO, L.; VOLL, E. Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarém–Cuiabá corridor. **Global Change Biology**, v. 10, n. 5, p. 745-764, 2004.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L. M.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; VOLL, E.; MCDONALD, A.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P. Modelling conservation in the Amazon basin. **Nature**, v. 440, n. 7083, p. 520-523, 2006.

SOS MATA ATLÂNTICA. 2013. Disponível em:
<<http://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/>>. Acesso em 15 jan.2013.

SORRENSEN, C. Contributions of fire use study to land use/cover change frameworks: Understanding landscape change in agricultural frontiers. **Human Ecology**, v. 32, n. 4, p. 395-420, 2004.

STONER, E. R.; BAUMGARDNER, M. F. Characteristic Variations in Reflectance of Surface Soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 45, n. 6, p. 1161-1165, 1981.

SUGAWARA, L. M.; RUDORFF, B. F. T.; ADAMI, M. Viabilidade de uso de imagens do Landsat em mapeamento de área cultivada com soja no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. p. 1763-1768, 2008.

TAVARES, C.E.C. **Fatores Críticos à competitividade da soja no Paraná e no Mato Grosso**. Brasília: CONAB 2004. Disponível em:
<<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/74f269479f1f6d9ee40fb9a161eb1237..pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2012.

TERBORGH, J.; VAN SCHAIK, C. Porque o mundo necessita de parques.
In:TERBORGH, J; SCHAIK, van C.; DAVENPORT, L.; RAO, M (ed.). **Tornando os parques eficientes: estratégias para a conservação da natureza nos trópicos**. Curitiba: UFPR, 2002. p. 25-36.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F. Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data. **Applied Geography**, v. 32, n. 2, p. 300-309, 2012.

VERMOTE, E.; JUSTICE, C. O.; BREON, F. M. Towards a Generalized Approach for Correction of the BRDF Effect in MODIS Directional Reflectances. **Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on**, v. 47, n. 3, p. 898-908, 2009.

VERMOTE, E. F.; EL SALEOUS, N. Z.; JUSTICE, C. O. Atmospheric correction of MODIS data in the visible to middle infrared: first results. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, n. 1-2, p. 97-111, 2002.

WARDLOW, B. D.; EGBERT, S. L. Large-area crop mapping using time-series MODIS 250 m NDVI data: An assessment for the U.S. Central Great Plains. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, n. 3, p. 1096-1116, 2008.

WARDLOW, B. D.; EGBERT, S. L.; KASTENS, J. H. Analysis of time-series MODIS 250 m vegetation index data for crop classification in the U.S. Central Great Plains. **Remote Sensing of Environment**, v. 108, n. 3, p. 290-310, 2007.

WOLFE, R. E.; NISHIHAMA, M.; FLEIG, A. J.; KUYPER, J. A.; ROY, D. P.; STOREY, J. C.; PATT, F. S. Achieving sub-pixel geolocation accuracy in support of MODIS land science. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, n. 1-2, p. 31-49, 2002.

ZHANG, X.; FRIEDL, M. A.; SCHAAF, C. B.; STRAHLER, A. H.; HODGES, J. C. F.; GAO, F.; REED, B. C.; HUETE, A. Monitoring vegetation phenology using MODIS. **Remote Sensing of Environment**, v. 84, n. 3, p. 471-475, 2003.

APÊNDICE A - MAPAS DE SOJA DO MATO GROSSO OBTIDOS VIA CEI/MODIS

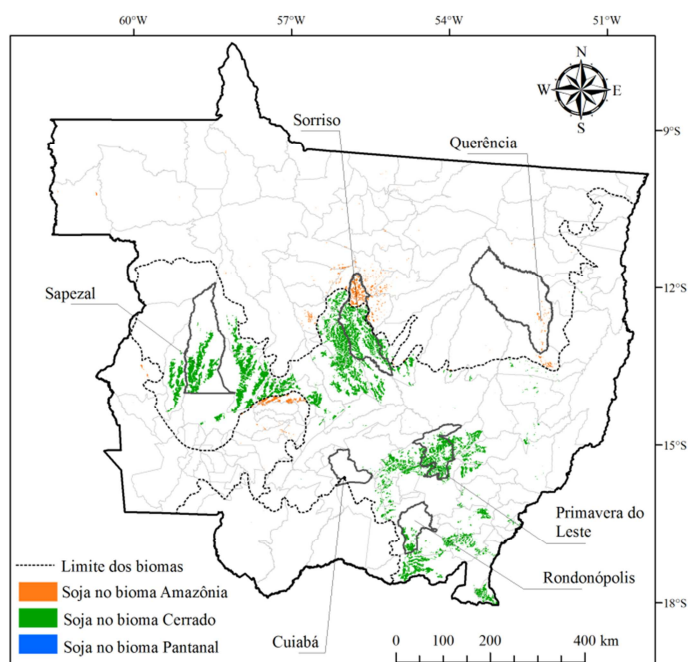


Figura A.1 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso do ano/safra 2000/01, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.

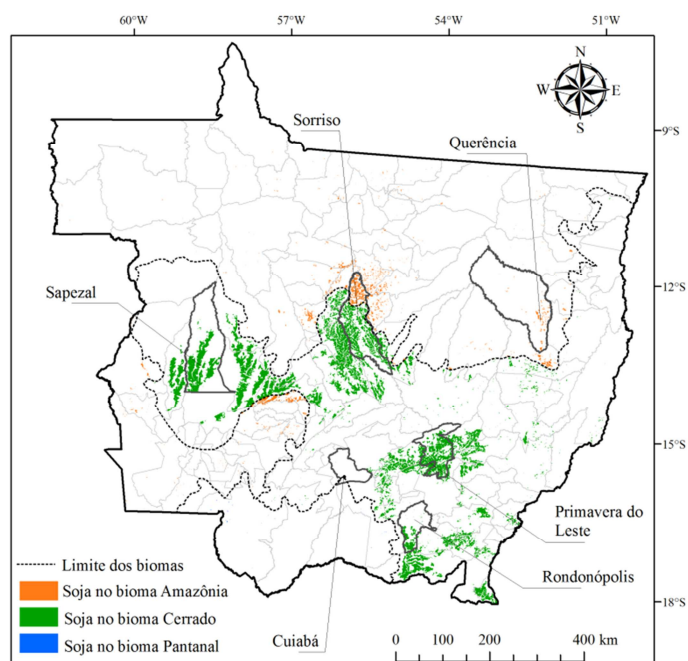


Figura A.2 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso do ano/safra 2001/02, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.

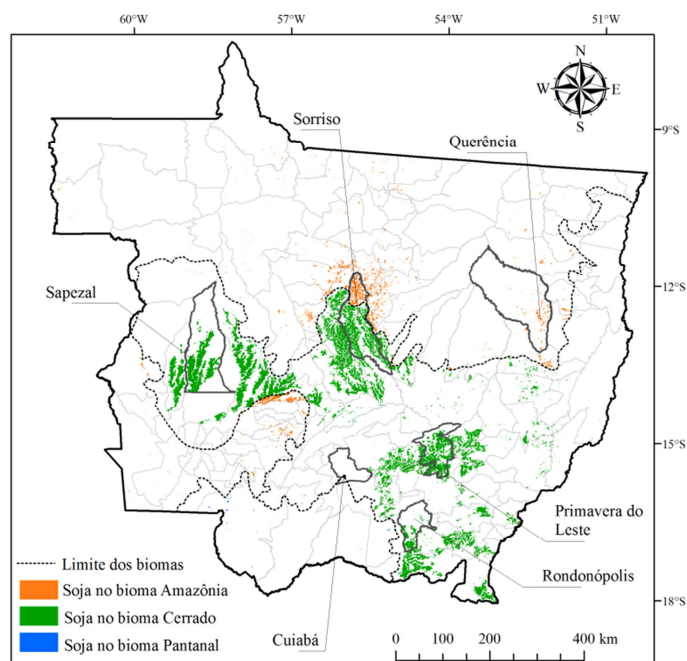


Figura A.3 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso do ano/safra 2002/03, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.

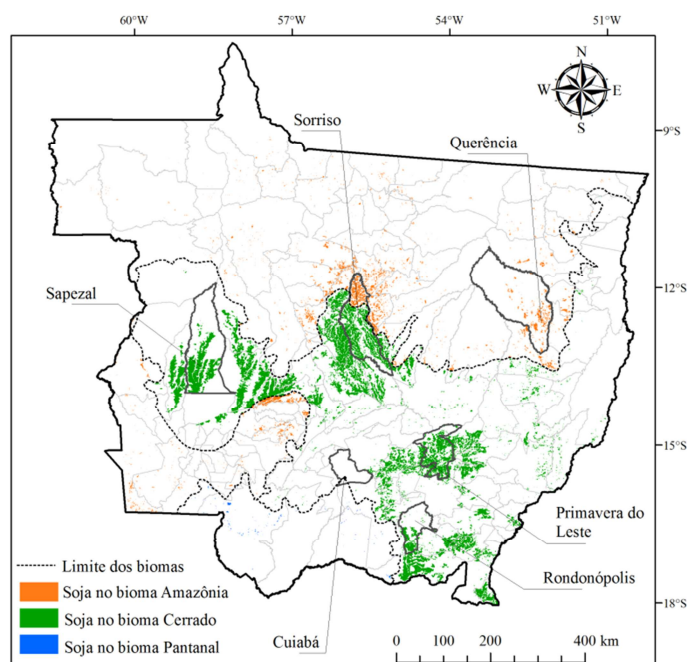


Figura A.4 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso do ano/safra 2003/04, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.

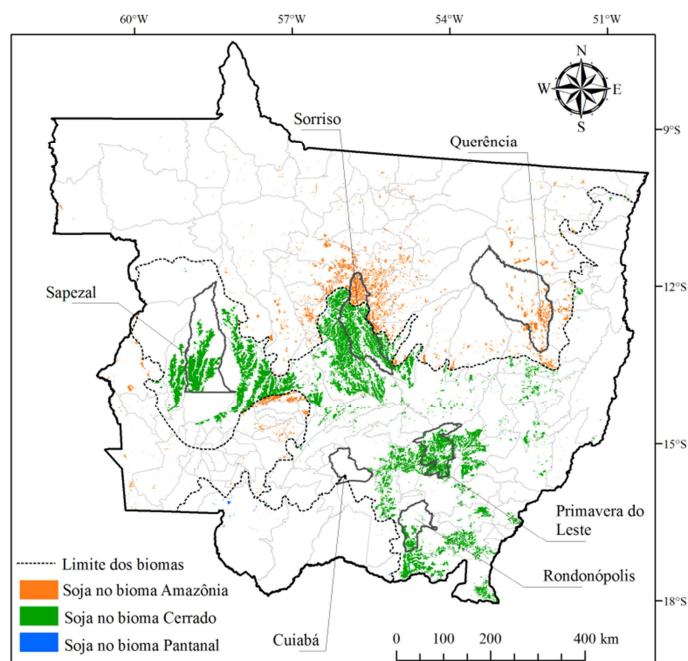


Figura A.5 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso do ano/safra 2004/05, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.

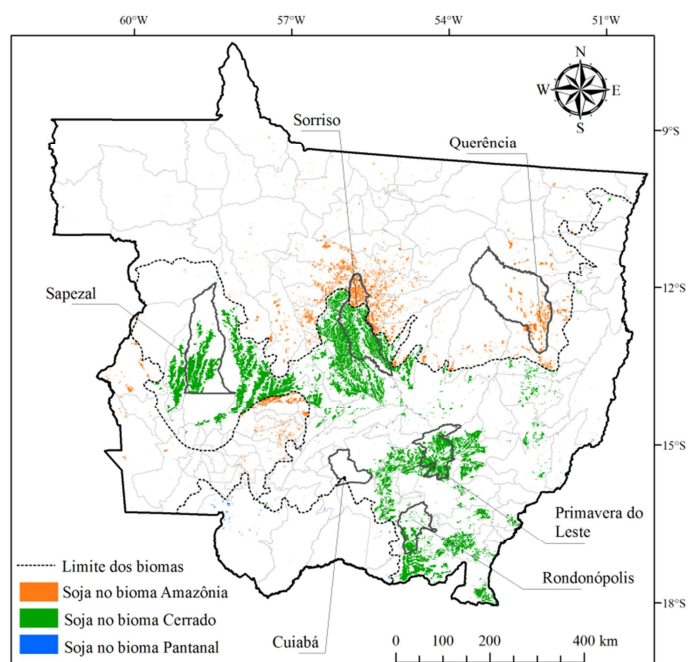


Figura A.6 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso do ano/safra 2005/06, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.

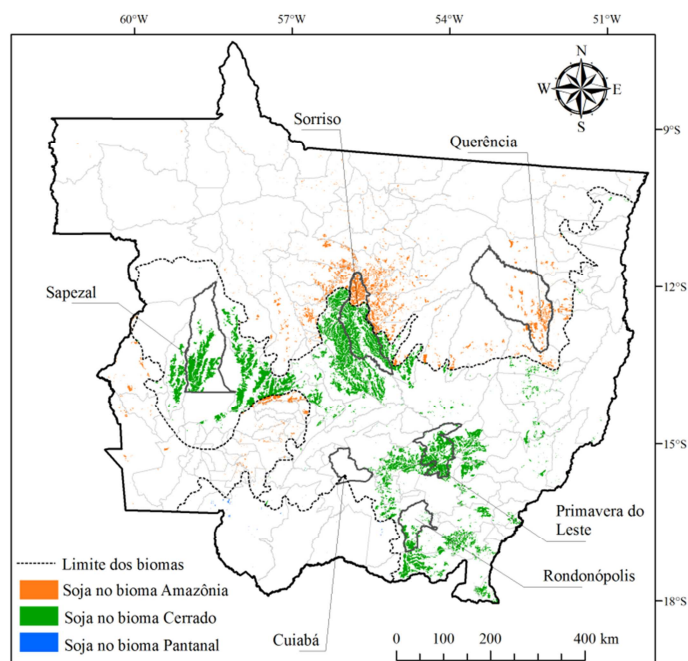


Figura A.7 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso do ano/safra 2006/07, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.

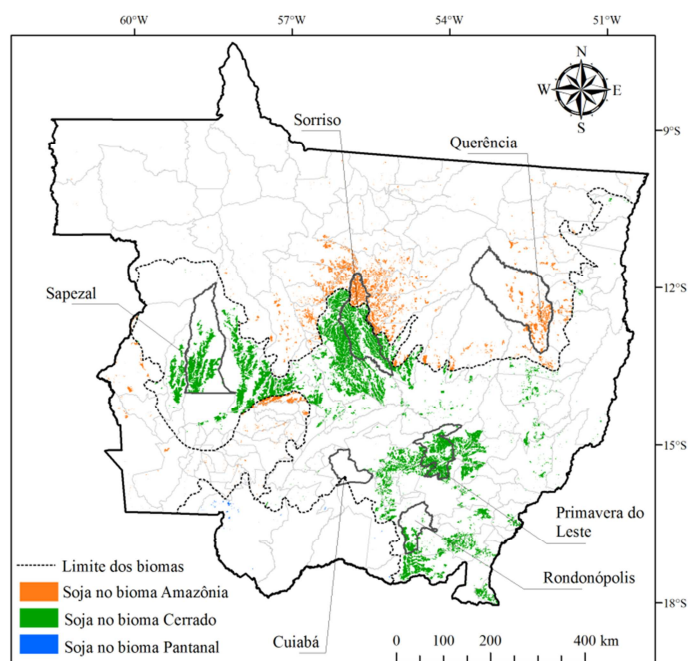


Figura A.8 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso do ano/safra 2007/08, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.

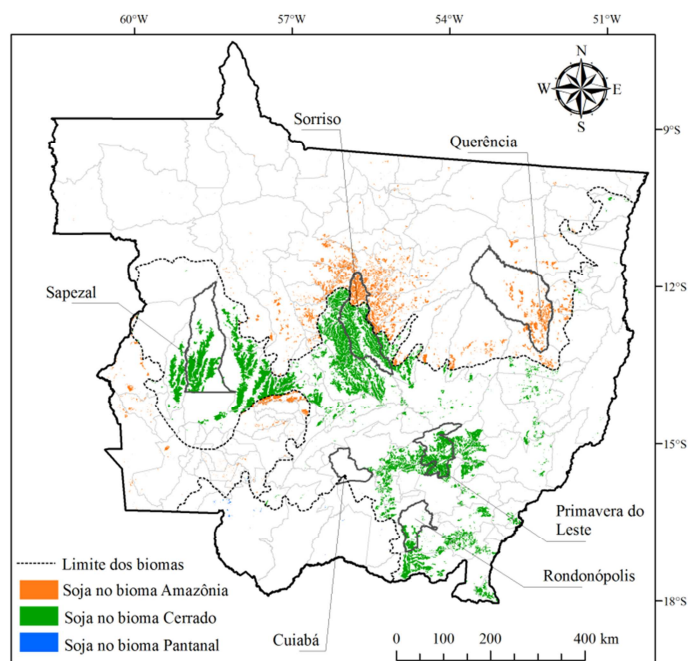


Figura A.9 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso do ano/safra 2008/09, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.

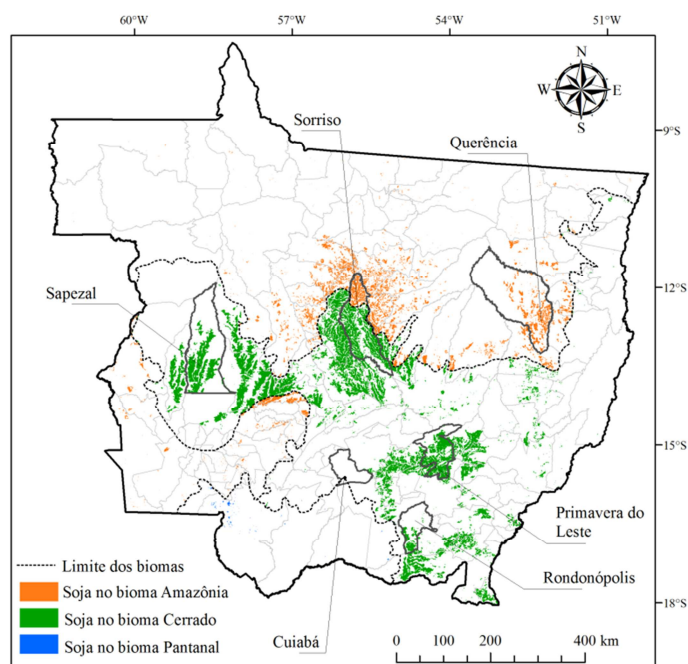


Figura A.10 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso do ano/safra 2009/10, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.

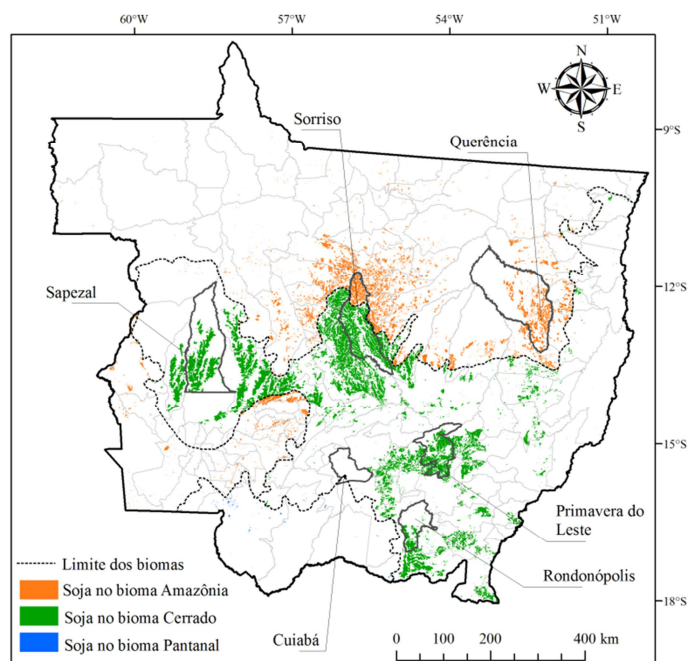


Figura A.11 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso do ano/safra 2010/11, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.

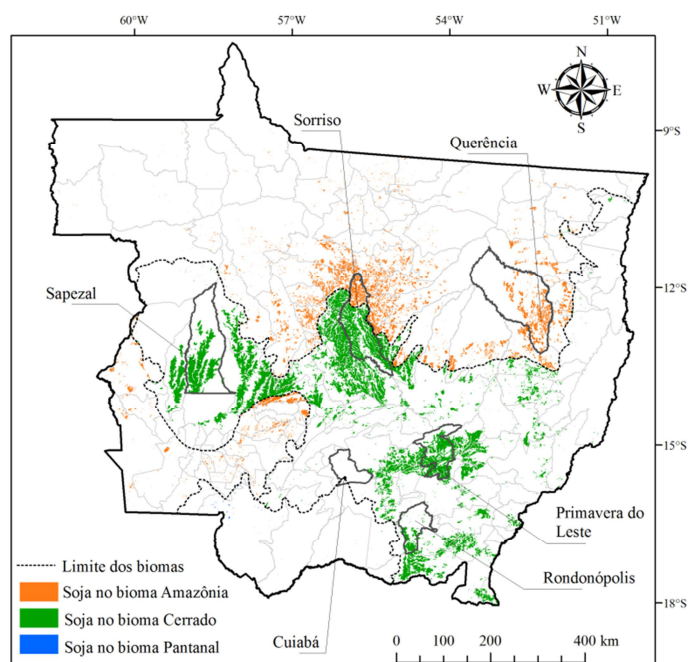


Figura A.12 - Mapa das áreas de soja do Mato Grosso do ano/safra 2011/12, resultante do mapeamento via CEI/MODIS.

**APÊNDICE B - COMPARATIVO ENTRE AS ESTIMATIVAS DAS ÁREAS DE SOJA DO IBGE E AQUELAS OBTIDAS
VIA CEI/MODIS POR MUNICÍPIO**

Tabela B.1 - Áreas de soja (ha) estimadas pelo IBGE e via CEI/MODIS nos anos/safra 2000/01 a 2005/06 para os municípios do Mato Grosso.

Nome do município	2000/01		2001/02		2002/03		2003/04		2004/05		2005/06	
	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE
Sorriso	371.139	390.000	378.064	475.000	445.240	523.000	468.221	547.867	520.343	582.356	511.443	597.858
Sapezal	244.475	243.406	291.273	293.052	319.884	322.584	341.042	347.150	379.217	376.877	361.307	367.350
Campo Novo do Parecis	271.616	283.000	295.403	300.000	312.599	320.186	321.476	325.882	354.149	343.301	346.974	350.000
Nova Mutum	201.848	160.000	223.618	195.000	242.164	245.045	261.230	297.120	308.348	333.780	319.784	329.242
Diamantino	202.475	202.000	229.168	220.542	255.257	259.327	275.217	290.410	308.784	300.000	306.278	276.000
Nova Ubiratã	74.288	57.669	89.285	123.150	109.592	126.911	147.909	160.946	215.605	193.135	215.543	226.026
Primavera do Leste	188.329	183.000	241.424	220.000	253.431	251.500	260.607	262.680	273.494	278.189	253.337	220.000
Querência	13.712	21.200	27.882	27.000	36.108	48.330	88.335	80.000	136.523	115.716	131.531	145.000
Lucas do Rio Verde	173.792	175.000	181.605	180.000	193.092	200.500	212.375	216.237	225.194	221.906	223.946	224.420
Campo Verde	120.101	75.000	159.098	118.501	176.709	130.720	199.123	150.600	202.998	161.206	207.580	147.200
Campos de Júlio	122.090	125.923	150.524	152.162	170.794	174.379	185.291	197.951	207.627	214.915	208.323	229.943
Itiquira	132.666	113.500	170.354	136.000	172.488	142.000	221.935	175.000	200.496	200.480	230.291	163.000
Ipiranga do Norte	50.054	-	62.930	-	96.069	-	106.483	-	149.040	140.264	137.296	140.000
Brasnorte	69.701	65.000	82.684	78.200	96.802	95.000	118.838	118.090	160.207	159.139	155.818	140.000
Santa Rita do Trivelato	63.742	65.000	71.049	84.700	84.278	90.000	102.117	120.120	123.014	129.670	124.912	157.710
Tapurah	48.808	133.555	62.070	190.000	72.791	219.000	88.715	260.800	120.163	108.706	116.642	97.813
Canarana	20.548	41.250	44.610	53.000	42.901	69.880	68.643	95.000	99.971	110.117	74.922	89.759
Santo Antônio do Leste	78.195	94.490	99.728	94.400	101.281	110.000	114.087	120.268	120.015	130.634	116.322	125.100
Paranatinga	2.614	13.450	10.838	20.235	14.935	33.532	27.368	58.000	68.726	71.520	52.230	47.000

(Continua)

Tabela B.1 - Continuação.

Nome do município	2000/01		2001/02		2002/03		2003/04		2004/05		2005/06	
	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE
Vera	17.759	21.100	28.236	23.000	46.759	30.000	58.265	71.547	88.006	81.535	90.289	98.366
Sinop	21.087	20.000	30.665	30.000	45.078	38.400	54.652	84.495	91.279	130.326	66.132	115.000
Gaúcha do Norte	6.429	6.000	11.735	-	13.033	12.000	20.281	22.000	37.554	27.762	36.292	30.000
Alto Garças	50.515	70.000	70.741	69.000	85.547	85.780	111.915	79.000	95.933	90.000	106.070	92.000
Porto dos Gaúchos	5.722	2.800	10.258	7.000	22.842	8.000	31.972	31.975	55.761	47.001	54.547	30.800
São José do Rio Claro	36.506	35.537	43.492	66.056	49.287	51.585	59.838	66.793	66.733	79.642	73.263	83.262
Nova Maringá	12.578	15.020	16.024	24.810	19.271	46.000	20.688	35.240	53.035	61.625	55.875	63.580
Tabaporã	7.503	6.000	12.643	9.252	21.620	12.400	35.749	39.200	68.099	69.914	65.364	87.000
Novo São Joaquim	45.563	27.680	66.700	58.200	71.677	68.100	79.399	78.250	79.034	80.000	79.859	60.000
Tangará da Serra	24.183	24.213	31.704	30.000	38.798	32.500	51.832	45.000	66.755	71.061	72.031	55.000
Rondonópolis	50.430	42.000	67.199	55.000	74.607	54.550	86.350	68.383	76.513	68.300	99.825	69.000
Água Boa	5.241	15.691	14.557	17.395	23.601	32.577	31.638	44.800	49.558	50.000	40.546	48.000
General Carneiro	30.463	36.000	42.413	36.000	50.332	36.083	70.406	50.506	66.955	68.848	63.305	38.155
Poxoréo	37.738	35.000	49.107	37.450	53.867	45.400	62.519	48.000	60.196	51.000	57.025	40.800
Santa Carmem	7.207	9.729	10.167	17.477	15.075	25.958	17.938	34.787	36.261	59.221	32.966	38.700
São Félix do Araguaia	1.251	-	1.366	-	5.451	3.542	17.274	3.500	38.588	18.650	29.581	14.150
Pedra Preta	41.131	29.607	46.988	40.000	54.823	36.000	65.770	37.500	48.760	38.288	73.954	37.500
Guiratinga	49.038	43.000	56.929	49.660	59.542	49.660	65.981	57.350	67.284	67.410	66.165	63.000
Feliz Natal	104	1.000	335	2.500	1.186	2.434	5.837	14.600	20.083	24.022	21.312	34.379
Bom Jesus do Araguaia	220	660	2.910	4.000	6.257	9.000	16.482	7.000	32.319	25.000	13.901	18.000
Comodoro	4.411	7.700	9.050	8.500	9.668	10.000	16.720	19.917	37.091	40.000	45.071	48.940
Alto Taquari	55.056	57.000	65.290	63.000	70.525	65.000	72.872	85.000	59.956	80.000	63.113	69.000
Nova Xavantina	9.198	18.000	18.640	20.000	25.290	26.912	28.451	36.250	33.040	36.000	33.466	26.416

(Continua)

Tabela B.1 - Continuação.

Nome do município	2000/01		2001/02		2002/03		2003/04		2004/05		2005/06	
	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE
Cláudia	847	2.990	2.488	4.500	7.414	9.656	12.212	13.758	34.966	38.046	18.902	28.500
Santo Antônio do Leverger	18.923	8.000	28.366	2.698	32.780	17.811	49.261	24.360	46.220	28.879	56.686	17.723
Jaciara	17.995	19.500	22.968	23.550	24.943	25.200	31.355	25.800	31.302	37.300	41.079	31.450
Dom Aquino	28.855	25.395	32.171	28.050	33.409	29.800	31.983	33.000	32.317	33.000	32.633	30.360
Itanhangá	-	-	649	-	3.328	-	7.738	-	15.534	46.000	14.471	43.000
Ribeirão Cascalheira	-	-	2.089	6.000	3.027	4.640	8.125	5.500	16.936	15.000	10.646	9.500
Chapada dos Guimarães	4.937	1.650	9.733	5.346	12.242	8.208	23.101	12.022	21.339	16.000	22.992	17.859
Nobres	2.329	2.550	5.362	3.000	9.142	5.010	7.833	2.500	19.442	29.590	18.426	12.860
Barra do Garças	1.611	2.400	8.889	3.000	19.871	6.193	32.656	14.103	18.895	17.611	19.383	19.878
Juscimeira	11.013	15.000	15.338	15.000	18.993	22.460	26.372	31.200	26.317	35.840	34.055	30.464
Nortelândia	5.152	7.525	7.393	11.876	8.275	11.460	14.005	13.514	14.878	16.576	15.740	14.696
Alto Araguaia	12.516	15.000	21.859	20.600	29.712	26.300	35.763	31.409	31.852	40.048	26.511	34.555
Tesouro	7.350	13.000	10.555	15.000	15.581	15.000	18.966	26.650	21.121	29.000	19.328	29.000
União do Sul	-	-	44	160	484	175	2.367	1.500	6.066	5.615	3.423	6.000
Nova Canaã do Norte	525	300	1.149	300	2.574	1.200	2.822	2.490	8.212	3.000	6.781	4.220
Juara	149	150	623	-	2.094	-	8.684	-	5.313	-	5.318	-
Nova Olímpia	1.674	-	2.091	-	6.470	-	10.738	-	7.091	-	8.716	-
Rosário Oeste	838	1.500	2.215	200	2.087	200	6.335	3.600	7.838	4.500	7.242	1.600
Itaúba	1.957	3.500	2.580	3.373	3.094	6.500	4.949	10.245	10.981	22.580	7.444	17.300
Vila Bela da Santíssima Trindade	109	-	1.282	-	1.934	-	22.378	500	13.420	4.450	6.135	7.450
Ribeirãozinho	2.340	7.300	7.914	7.500	9.197	10.700	11.201	12.000	11.230	12.000	9.073	12.500
Nova Marilândia	7.377	10.924	6.905	11.293	8.964	13.858	8.984	14.450	11.203	17.040	10.740	12.430
Cáceres	205	-	2.445	-	5.415	-	15.423	520	10.613	3.000	17.040	3.483

(Continua)

Tabela B.1 - Continuação.

Nome do município	2000/01		2001/02		2002/03		2003/04		2004/05		2005/06	
	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE
São José do Xingu	44	-	596	-	2.599	-	5.558	6.500	9.459	6.500	3.835	6.000
Planalto da Serra	190	300	871	2.000	2.296	4.800	2.144	8.500	4.531	2.800	4.918	5.000
Pontes e Lacerda	103	-	948	-	703	17	6.323	640	4.216	4.950	3.399	4.000
Barra do Bugres	366	-	1.319	-	4.511	250	6.866	2.473	8.953	5.127	13.654	3.906
Torixoréu	3.630	6.474	7.853	7.000	8.500	6.910	8.209	8.000	8.748	8.689	8.797	9.231
Porto Alegre do Norte	28	-	83	-	408	1.370	4.297	6.050	6.292	7.300	3.393	9.884
Alto Paraguai	2.773	2.800	2.900	5.180	2.849	5.038	3.867	8.460	5.226	6.660	8.590	8.140
Nova Lacerda	200	480	3.072	480	1.251	4.500	2.122	5.000	2.171	1.360	2.265	1.100
Novo Mundo	393	1.000	1.389	2.200	4.766	3.175	5.320	6.509	2.922	5.427	2.580	2.430
Canabrava do Norte	259	400	2.243	1.700	2.331	3.000	5.287	9.000	7.770	12.000	4.757	9.000
Denise	1.984	-	3.803	-	10.029	-	8.524	-	5.125	-	12.200	-
Alto Boa Vista	-	-	561	-	137	500	1.424	1.270	4.452	1.200	1.974	1.000
Alta Floresta	304	300	2.015	200	2.645	600	5.404	117	5.924	810	2.797	1.015
Santa Terezinha	-	70	442	70	221	700	652	-	3.571	4.000	3.764	2.500
Campinápolis	526	-	2.486	-	2.454	690	4.956	730	9.515	300	3.010	-
Lambari D'Oeste	217	264	439	500	4.046	312	1.220	740	1.290	1.805	4.057	2.850
Araguaiana	98	600	982	-	3.211	-	13.200	600	1.465	-	2.661	-
Araputanga	108	-	633	-	602	-	651	-	407	-	1.304	-
Matupá	343	1.700	1.515	2.500	3.033	3.028	3.255	3.915	5.666	4.632	2.408	2.000
Nova Santa Helena	236	-	322	677	881	-	909	350	2.964	1.100	1.260	2.000
Castanheira	-	-	6	-	105	-	1.919	-	149	-	419	-
Juína	39	-	303	-	1.442	46	2.525	46	2.361	700	1.222	400
Indiavaí	22	-	54	-	11	-	520	-	5	-	167	-

(Continua)

Tabela B.1 - Continuação.

Nome do município	2000/01		2001/02		2002/03		2003/04		2004/05		2005/06	
	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE
São José dos Quatro Marcos	65	-	175	-	60	-	478	470	863	1.400	1.511	1.550
Nova Brasilândia	65	-	206	190	423	180	1.435	2.970	2.678	1.500	3.421	1.200
Marcelândia	320	200	524	500	304	1.500	1.931	3.610	3.215	4.000	634	4.000
Mirassol d'Oeste	43	-	370	-	871	800	2.223	1.550	2.027	1.500	1.448	500
Nova Nazaré	300	-	1.294	710	1.647	2.860	2.572	4.000	3.599	2.620	2.645	2.000
Peixoto de Azevedo	61	200	1.349	700	1.040	1.550	2.759	2.730	2.230	3.010	802	1.000
Vila Rica	6	-	115	-	393	-	1.472	1.000	6.592	2.000	2.429	2.000
Guarantã do Norte	-	-	603	500	648	900	1.298	1.320	755	1.500	446	560
Rio Branco	-	-	-	-	78	-	2	-	119	121	227	150
Confresa	-	-	298	-	221	-	696	-	2.420	-	1.559	-
Salto do Céu	28	-	130	-	1.127	740	667	560	266	500	1.315	500
Nova Guarita	72	200	315	300	677	1.350	1.997	1.886	2.903	6.000	796	2.000
Terra Nova do Norte	-	300	321	700	939	1.700	1.514	3.287	1.869	4.390	613	2.324
Porto Esperidião	-	-	800	-	347	5	4.289	-	1.092	280	940	260
Colíder	33	-	39	-	61	-	893	330	1.439	330	1.193	400
Novo Horizonte do Norte	11	-	105	-	430	-	480	-	1.036	-	696	-
Carlinda	72	-	940	240	360	301	1.089	281	1.023	90	188	-
Santa Cruz do Xingu	-	-	586	-	1.189	1.000	680	2.000	2.356	6.000	1.416	6.500
Santo Afonso	22	484	49	-	148	-	300	600	555	720	2.249	550
Vale de São Domingos	2	-	-	-	189	-	1.502	-	3.653	1.130	4.190	-
Cocalinho	-	1.742	4.224	150	1.365	5.891	5.735	8.560	3.277	4.000	2.495	1.950
Arenápolis	-	-	22	-	66	500	229	500	234	500	1.433	1.000
Apiacás	-	-	216	-	2.266	10	2.987	-	1.196	-	3.426	-

(Continua)

Tabela B.1 - Continuação.

Nome do município	2000/01		2001/02		2002/03		2003/04		2004/05		2005/06	
	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE
Rondolândia	1.891	-	464	-	1.426	-	2.028	-	3.127	-	1.547	-
Paranaíta	83	300	678	526	2.193	1.000	2.449	1.532	1.683	848	1.382	500
Nossa Senhora do Livramento	108	-	268	-	179	-	640	-	498	-	1.035	-
Nova Bandeirantes	526	-	194	-	1.334	-	2.452	-	3.000	-	537	-
Conquista D'Oeste	-	-	27	-	-	-	109	1.600	1.011	1.640	1.343	1.500
Poconé	-	-	854	-	810	-	1.565	340	998	300	259	-
Pontal do Araguaia	-	-	216	-	303	-	568	-	168	-	59	-
Aripuanã	66	-	238	-	326	10	2.738	-	348	-	790	-
Colniza	-	-	-	-	172	-	488	-	1.069	-	172	-
Porto Estrela	54	180	111	220	461	-	510	726	1.307	1.060	2.748	1.300
Cuiabá	3	-	139	-	313	-	378	-	438	-	391	-
Figueirópolis D'Oeste	-	-	11	-	92	-	119	-	65	-	-	-
Jauru	-	-	184	-	33	-	342	-	168	-	97	-
Glória D'Oeste	-	-	38	-	-	77	478	171	45	17	313	-
Nova Monte Verde	33	-	1.112	-	1.971	-	4.566	-	2.092	-	758	-
São José do Povo	-	-	49	-	372	-	32	-	469	-	1.590	-
Curvelândia	-	-	53	-	471	40	293	70	505	70	444	400
Jangada	-	550	33	300	293	1.000	76	700	190	300	38	250
Serra Nova Dourada	379	-	170	-	-	-	2.023	5.300	4.011	7.000	1.637	-
Várzea Grande	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	18	-
São Pedro da Cipa	11	-	-	-	97	-	1.727	-	141	-	557	-
Barão de Melgaço	-	-	39	-	237	-	1.916	-	-	-	222	-
Cotriguaçu	-	-	-	-	-	-	183	-	952	-	249	-

(Continua)

Tabela B.1 - Conclusão.

Nome do município	2000/01		2001/02		2002/03		2003/04		2004/05		2005/06	
	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE
Juruena	-	-	-	-	61	-	453	-	171	-	61	-
Ponte Branca	-	-	108	-	-	-	248	400	-	420	221	420
Reserva do Cabaçal	-	-	-	-	-	-	38	-	-	-	36	-
Acorizal	-	-	81	-	16	-	217	-	-	-	11	-
Araguainha	-	-	48	-	-	-	194	-	48	527	59	300
Luciara	-	-	-	-	-	-	-	200	-	-	-	-
Novo Santo Antônio	-	-	82	-	-	-	-	-	-	-	11	-

Tabela B.2 - Áreas de soja (ha) estimadas pelo IBGE e via CEI/MODIS nos anos/safra 2006/07 a 2011/12 para os municípios do Mato Grosso.

Nome do município	2006/07		2007/08		2008/09		2009/10		2010/11		2011/12*
	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI
Sorriso	493.470	543.000	511.443	575.000	520.033	590.000	516.593	608.000	523.766	600.200	548.691
Sapezal	320.282	324.600	361.307	331.065	362.840	362.234	353.605	378.167	342.037	356.800	367.422
Campo Novo do Parecis	293.385	298.000	346.974	311.500	342.942	311.500	347.770	329.214	313.728	315.350	337.422
Nova Mutum	271.995	310.000	319.784	327.750	314.268	330.000	312.463	338.000	308.281	352.000	336.187
Diamantino	239.703	276.660	306.278	284.214	301.670	279.119	302.577	295.300	298.166	260.000	327.388
Nova Ubiratã	207.070	205.557	215.543	230.000	228.978	240.000	270.720	249.593	279.968	267.140	302.061
Primavera do Leste	238.630	200.000	253.337	210.000	244.339	220.000	270.891	224.600	247.152	236.919	268.976
Querência	128.169	145.000	131.531	168.000	163.944	180.600	207.177	215.000	247.260	242.626	245.291
Lucas do Rio Verde	205.095	215.535	223.946	225.830	220.873	223.500	216.945	235.800	210.432	226.200	226.842

(Continua)

Tabela B.2 - Continuação.

Nome do município	2006/07		2007/08		2008/09		2009/10		2010/11		2011/12*
	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI
Campo Verde	169.841	120.000	207.580	126.000	194.123	145.000	213.614	159.120	194.703	171.000	223.953
Campos de Júlio	150.751	152.157	208.323	175.000	182.192	181.193	176.359	190.390	175.312	175.008	195.416
Itiquira	169.507	180.000	230.291	180.000	172.916	180.000	185.051	200.000	189.334	195.000	192.159
Ipiranga do Norte	135.879	120.000	137.296	145.000	151.473	161.250	160.708	171.850	173.360	145.000	175.877
Brasnorte	108.480	83.000	155.818	146.382	138.913	146.440	146.146	156.108	145.065	156.108	164.074
Santa Rita do Trivelato	111.643	144.000	124.912	140.590	132.421	140.000	136.293	135.000	132.509	168.000	151.154
Tapurah	106.572	112.274	116.642	124.542	114.980	114.714	128.354	124.174	131.010	152.756	148.044
Canarana	62.360	80.000	74.922	81.050	71.690	90.230	97.863	113.275	117.203	127.747	145.937
Santo Antônio do Leste	98.886	113.000	116.322	119.000	106.704	118.800	116.737	124.500	108.765	125.334	123.887
Paranatinga	46.983	42.000	52.230	63.000	59.097	70.700	79.198	74.448	109.072	76.820	112.642
Vera	85.078	70.000	90.289	100.989	103.280	110.000	100.536	120.400	103.050	126.300	106.078
Sinop	82.717	80.000	66.132	95.000	88.747	105.000	89.098	112.500	106.576	108.145	99.374
Gaúcha do Norte	33.294	37.000	36.292	47.000	62.005	60.000	68.829	72.000	79.983	82.800	94.006
Alto Garças	80.356	71.000	106.070	70.000	68.565	84.000	84.060	85.400	74.947	70.378	93.305
Porto dos Gaúchos	47.018	28.950	54.547	35.000	61.874	7.550	69.944	16.000	81.006	64.820	89.587
São José do Rio Claro	61.697	71.599	73.263	82.300	76.430	85.420	75.023	98.492	76.446	106.532	88.410
Nova Maringá	37.366	50.224	55.875	100.000	57.688	93.666	70.118	105.000	76.040	140.000	87.608
Tabaporã	55.349	52.200	65.364	100.000	73.064	82.000	85.718	60.000	96.500	94.800	85.248
Novo São Joaquim	67.778	57.000	79.859	60.000	77.714	62.560	83.062	69.297	67.849	68.020	85.219
Tangará da Serra	38.554	48.000	72.031	50.848	61.520	49.648	67.651	52.500	68.762	57.000	82.359
Rondonópolis	69.918	59.000	99.825	63.000	67.131	72.000	74.176	75.000	77.700	73.000	78.431
Água Boa	24.715	26.770	40.546	38.173	32.092	38.399	41.575	41.925	53.682	45.000	68.742
General Carneiro	61.461	50.600	63.305	54.200	63.458	55.250	66.573	60.000	58.900	61.660	67.970

(Continua)

Tabela B.2 - Continuação.

Nome do município	2006/07		2007/08		2008/09		2009/10		2010/11		2011/12*
	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI
Poxoréo	56.715	39.800	57.025	43.800	62.240	48.000	64.307	50.150	56.206	52.500	65.993
Santa Carmem	38.571	30.960	32.966	40.070	47.680	50.000	55.172	50.000	65.053	66.868	64.368
São Félix do Araguaia	22.714	10.500	29.581	13.730	31.343	22.935	41.214	26.224	55.720	35.730	61.575
Pedra Preta	48.659	34.000	73.954	33.000	49.892	41.500	55.448	41.500	47.680	40.000	55.342
Guiratinga	54.776	59.500	66.165	52.000	59.104	58.000	66.357	60.006	56.913	54.200	54.932
Feliz Natal	24.454	42.000	21.312	35.850	38.199	42.000	43.103	45.000	51.862	48.400	53.796
Bom Jesus do Araguaia	20.781	24.900	13.901	35.000	30.269	39.900	37.557	43.175	56.761	45.000	52.217
Comodoro	29.775	44.000	45.071	45.000	37.713	34.000	35.399	40.760	38.177	43.560	49.810
Alto Taquari	39.910	44.449	63.113	47.000	45.698	34.000	52.777	45.835	48.571	52.012	49.530
Nova Xavantina	30.546	20.000	33.466	33.797	32.257	33.000	32.474	38.162	37.128	40.000	43.658
Cláudia	22.733	15.000	18.902	25.485	26.633	28.000	30.843	40.613	41.446	41.391	43.107
Santo Antônio do Leverger	36.391	16.778	56.686	21.300	35.780	22.906	36.311	18.754	40.703	19.146	37.439
Jaciara	27.185	24.300	41.079	29.250	33.374	30.000	36.616	31.500	38.341	33.545	36.510
Dom Aquino	30.788	26.500	32.633	27.800	29.754	27.000	34.742	30.270	26.217	26.270	32.363
Itanhangá	12.688	34.480	14.471	44.000	17.799	46.000	26.031	52.070	25.893	52.000	31.999
Ribeirão Cascalheira	11.776	6.500	10.646	7.750	15.323	9.000	21.578	15.740	30.617	23.136	28.081
Chapada dos Guimarães	13.859	7.950	22.992	8.430	18.538	13.360	22.107	15.039	19.694	14.580	24.643
Nobres	8.916	6.000	18.426	8.000	19.044	8.000	17.214	8.600	20.339	16.650	23.698
Barra do Garças	18.017	14.516	19.383	19.556	18.059	17.689	20.703	17.530	19.104	16.485	23.332
Juscimeira	26.798	31.670	34.055	32.800	23.163	35.140	25.837	36.000	23.382	32.190	22.958
Nortelândia	11.497	11.091	15.740	12.740	17.197	13.500	17.483	14.300	18.103	16.000	21.906
Alto Araguaia	17.906	13.978	26.511	15.888	19.650	15.034	18.866	16.925	18.757	17.824	19.567
Tesouro	16.750	24.357	19.328	28.000	15.984	28.500	18.135	28.500	17.472	28.000	19.461

(Continua)

Tabela B.2 - Continuação.

Nome do município	2006/07		2007/08		2008/09		2009/10		2010/11		2011/12*
	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI
União do Sul	4.887	3.800	3.423	6.000	7.623	6.000	11.167	18.000	17.140	11.680	15.686
Nova Canaã do Norte	6.951	3.200	6.781	5.500	6.444	4.500	7.037	15.000	9.708	11.810	14.446
Juara	4.371	-	5.318	-	2.098	150	1.393	1.100	7.029	550	12.864
Nova Olímpia	3.400	-	8.716	-	3.361	-	5.011	-	8.498	-	12.658
Rosário Oeste	2.893	1.600	7.242	1.600	5.287	1.600	5.290	3.500	8.179	4.525	12.606
Itaúba	8.804	16.800	7.444	16.800	9.286	16.800	11.887	7.500	14.270	11.667	12.509
Vila Bela da Santíssima Trindade	7.943	6.800	6.135	5.900	8.611	7.400	7.172	7.400	6.251	8.000	12.285
Ribeirãozinho	9.494	8.940	9.073	8.940	12.324	8.940	11.747	11.960	12.378	13.500	12.011
Nova Marilândia	7.554	6.000	10.740	7.000	10.055	6.500	10.148	4.000	11.215	16.630	11.656
Cáceres	8.845	3.000	17.040	2.800	10.225	4.078	14.133	3.500	14.916	3.870	10.283
São José do Xingu	1.689	6.000	3.835	11.500	2.197	18.000	1.457	18.000	6.362	19.000	9.591
Planalto da Serra	419	350	4.918	3.900	5.609	4.900	5.203	8.900	9.344	8.900	9.338
Pontes e Lacerda	3.624	3.700	3.399	5.000	7.318	6.500	5.725	5.500	8.663	5.700	9.050
Barra do Bugres	7.937	2.500	13.654	3.250	1.464	3.500	4.926	2.000	10.332	950	8.554
Torixoréu	7.982	7.039	8.797	10.595	9.132	10.595	9.510	8.042	8.743	8.042	8.404
Porto Alegre do Norte	33	3.900	3.393	4.100	3.655	5.760	5.515	6.370	7.013	8.357	8.067
Alto Paraguai	4.879	6.690	8.590	6.500	7.387	6.500	7.033	6.690	6.553	6.500	6.913
Nova Lacerda	3.366	7.000	2.265	2.450	8.736	3.250	3.685	4.000	3.705	5.000	6.887
Novo Mundo	1.567	2.000	2.580	3.300	2.619	2.000	1.528	5.000	4.743	4.000	6.282
Canabrava do Norte	2.768	3.500	4.757	4.000	3.489	1.440	4.104	1.970	8.589	4.600	6.242
Denise	3.102	-	12.200	-	1.245	-	1.482	-	10.403	-	5.352
Alto Boa Vista	337	1.500	1.974	2.500	823	1.000	2.543	2.000	7.976	3.200	5.299
Alta Floresta	5.511	-	2.797	730	415	-	492	431	2.146	-	5.261

(Continua)

Tabela B.2 - Continuação.

Nome do município	2006/07		2007/08		2008/09		2009/10		2010/11		2011/12*
	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI
Santa Terezinha	3.781	2.500	3.764	1.200	6.439	1.700	4.936	-	6.776	-	4.859
Campinápolis	1.392	-	3.010	-	1.599	-	2.061	-	5.314	-	4.722
Lambari D'Oeste	4.005	1.700	4.057	900	2.369	900	2.726	-	2.610	-	4.574
Araguaiana	1.897	-	2.661	-	347	-	1.534	-	781	-	4.531
Araputanga	179	-	1.304	-	712	-	1.184	-	920	-	4.195
Matupá	2.734	1.400	2.408	2.000	2.711	2.000	2.587	2.000	6.047	3.500	4.170
Nova Santa Helena	2.360	1.500	1.260	1.500	1.237	1.500	1.335	1.500	3.392	-	3.995
Castanheira	165	-	419	-	28	-	444	-	76	-	3.866
Juína	1.151	-	1.222	-	1.074	-	290	-	1.630	-	3.855
Indiavaí	76	-	167	-	1.030	-	554	-	640	-	3.452
São José dos Quatro Marcos	1.823	1.500	1.511	180	4.054	180	2.434	235	3.994	235	3.365
Nova Brasilândia	1.235	-	3.421	380	867	580	947	830	1.262	1.030	3.189
Marcelândia	1.803	3.400	634	2.400	601	2.000	1.236	1.500	5.735	1.000	3.172
Mirassol d'Oeste	1.882	1.350	1.448	1.670	1.250	718	1.300	1.280	2.747	1.865	2.918
Nova Nazaré	1.140	1.230	2.645	1.835	960	1.835	1.506	2.000	1.737	2.000	2.760
Peixoto de Azevedo	1.061	800	802	1.000	1.568	1.000	1.752	1.300	2.784	2.500	2.725
Vila Rica	1.804	2.520	2.429	3.000	3.114	4.500	2.600	5.000	5.345	5.200	2.678
Guarantã do Norte	956	350	446	360	681	400	638	1.000	2.429	1.200	2.669
Rio Branco	315	-	227	-	125	-	267	-	231	-	2.452
Confresa	757	-	1.559	-	602	-	863	810	2.808	3.400	2.420
Salto do Céu	1.275	-	1.315	-	81	-	1.200	-	1.498	-	2.340
Nova Guarita	918	2.000	796	500	968	800	718	3.200	857	1.500	2.294
Terra Nova do Norte	1.470	1.395	613	1.200	527	500	581	1.020	1.408	1.750	1.989

(Continua)

Tabela B.2 - Continuação.

Nome do município	2006/07		2007/08		2008/09		2009/10		2010/11		2011/12*
	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI
Porto Esperidião	119	260	940	-	512	-	2.206	-	2.175	-	1.941
Colíder	2.629	200	1.193	-	420	700	110	230	513	400	1.883
Novo Horizonte do Norte	705	-	696	-	44	-	11	-	1.742	-	1.702
Carlinda	774	-	188	-	216	-	44	-	133	-	1.698
Santa Cruz do Xingu	564	3.200	1.416	3.390	216	-	697	350	846	3.600	1.560
Santo Afonso	254	1.200	2.249	400	67	1.000	319	1.000	582	3.500	1.529
Vale de São Domingos	1.216	1.550	4.190	1.200	671	1.200	396	1.200	614	1.200	1.506
Cocalinho	2.190	450	2.495	450	1.148	-	250	-	925	-	1.380
Arenápolis	114	-	1.433	-	343	235	528	700	986	700	1.290
Apiacás	1.130	-	3.426	-	260	-	-	-	283	-	1.181
Rondolândia	110	-	1.547	-	365	-	265	-	1.785	-	1.056
Paranaíta	831	-	1.382	-	321	-	249	-	598	-	1.025
Nossa Senhora do Livramento	157	-	1.035	-	341	-	232	-	1.496	-	1.022
Nova Bandeirantes	715	-	537	-	321	-	1.215	-	542	-	952
Conquista D'Oeste	381	500	1.343	800	555	-	44	-	495	-	914
Poconé	237	-	259	-	908	350	480	-	1.816	-	788
Pontal do Araguaia	16	-	59	-	5	-	514	-	76	-	638
Aripuanã	608	-	790	-	326	-	243	-	61	-	636
Colniza	1.297	-	172	-	94	-	477	-	105	-	466
Porto Estrela	1.219	1.100	2.748	1.100	152	1.100	460	-	2.981	200	449
Cuiabá	228	-	391	-	307	-	290	-	570	-	422
Figueirópolis D'Oeste	16	-	-	-	70	-	157	-	27	-	418
Jauru	27	-	97	-	81	-	-	-	87	-	400

(Continua)

Tabela B.2 - Conclusão.

Nome do município	2006/07		2007/08		2008/09		2009/10		2010/11		2011/12*
	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI	IBGE	CEI
Glória D'Oeste	0	-	313	-	311	-	1.287	-	1.256	-	384
Nova Monte Verde	913	-	758	-	100	-	596	-	1.406	-	365
São José do Povo	782	-	1.590	-	5	-	-	-	265	-	356
Curvelândia	-	-	444	-	953	-	578	-	81	-	298
Jangada	33	300	38	320	-	300	-	3.000	325	360	295
Serra Nova Dourada	885	-	1.637	320	1.000	320	615	320	1.588	300	262
Várzea Grande	-	-	18	-	53	-	-	-	-	-	192
São Pedro da Cipa	11	-	557	-	-	-	-	-	49	-	173
Barão de Melgaço	188	-	222	-	436	-	134	-	302	-	161
Cotriguaçu	166	-	249	-	66	-	17	-	-	-	138
Juruena	-	-	61	-	83	-	44	-	-	-	33
Ponte Branca	32	-	221	-	5	-	-	-	-	-	5
Reserva do Cabaçal	-	-	36	-	-	-	-	-	-	-	1
Acorizal	-	-	11	-	141	-	5	-	309	-	-
Araguainha	11	-	59	-	-	-	-	-	-	-	-
Luciara	33	-	-	-	-	-	-	-	105	-	-
Novo Santo Antônio	11	-	11	-	-	-	-	-	362	-	-

*Dados do ano/safra 2011/12 do IBGE ainda não disponíveis até a data de conclusão deste trabalho.

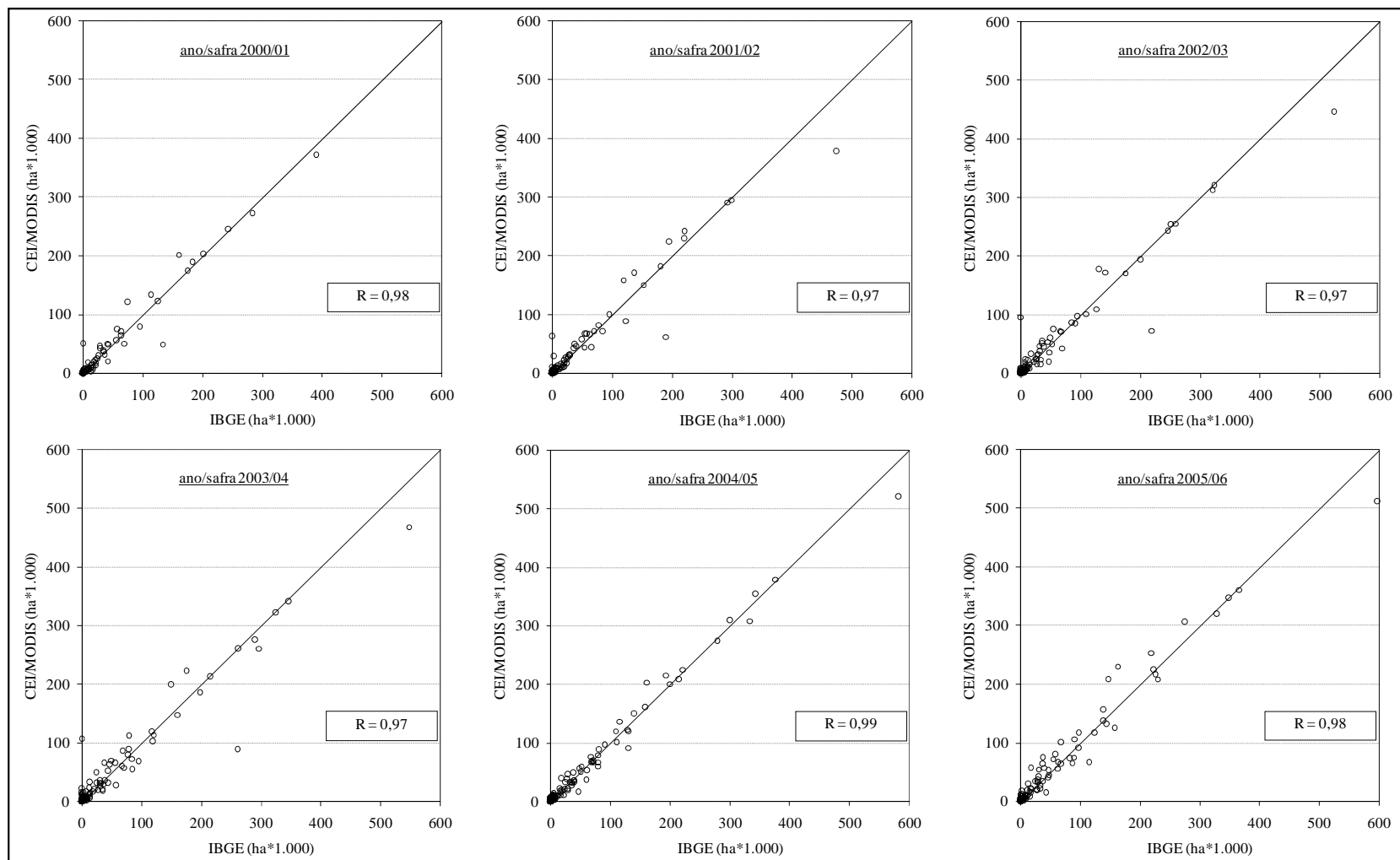


Figura B.1 - Análise de correlação entre as áreas de soja estimadas para os municípios do Mato Grosso pelo IBGE e via CEI/MODIS nos anos/safra 2000/01 a 2005/06.

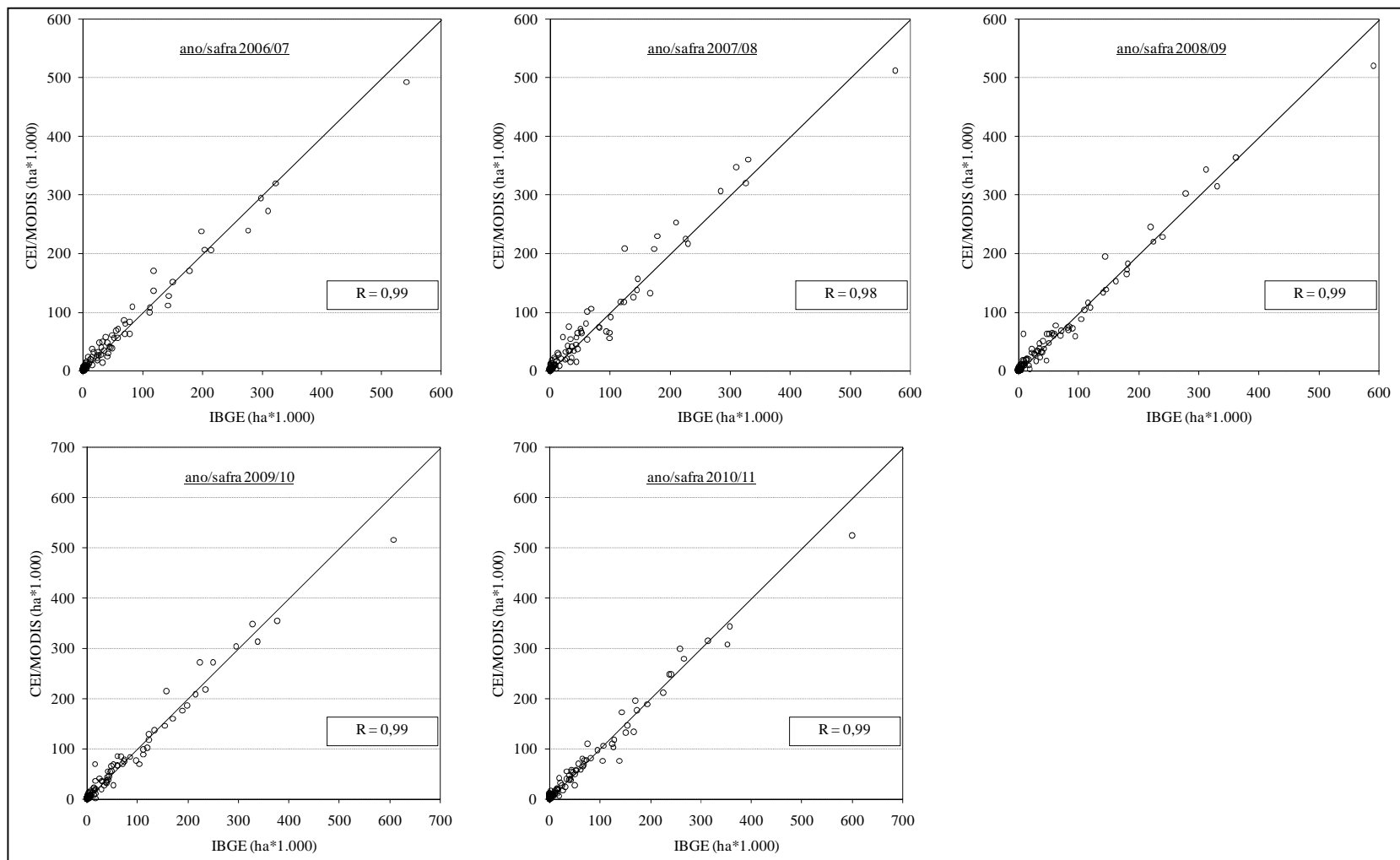


Figura B.2 - Análise de correlação entre as áreas de soja estimadas para os municípios do Mato Grosso pelo IBGE e via CEI/MODIS nos anos/safra 2006/07 a 2010/11.

APÊNDICE C - ÁREAS DE SOJA DOS MUNICÍPIOS DO MATO GROSSO OBTIDAS VIA CEI/MODIS - ANÁLISE POR BIOMA

Tabela C.1 - Áreas de soja (ha) estimadas via CEI/MODIS nos anos/safra 2000/01 a 2011/12 para os municípios do Mato Grosso, destacando as proporções cultivadas em cada bioma que compõe o município.

Nome do Município	Bioma	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12
Sorriso	Amazônia	67.970	76.037	89.139	95.241	108.343	103.487	106.510	110.196	111.114	111.310	115.277	111.335
	Cerrado	303.169	302.027	356.101	372.980	412.000	407.956	386.960	405.804	408.919	405.284	408.490	437.356
Sapezal	Cerrado	244.475	291.273	319.884	341.042	379.217	361.307	320.282	327.893	362.840	353.605	342.037	367.422
Campo Novo do Parecis	Amazônia	1.546	2.351	2.557	3.395	3.620	3.913	3.402	3.937	3.704	4.083	3.799	4.101
	Cerrado	270.070	293.052	310.042	318.081	350.530	343.061	289.984	299.126	339.238	343.687	309.929	333.321
Nova Mutum	Amazônia	181	547	1.194	2.688	6.021	6.127	3.291	5.316	5.573	5.025	5.633	9.655
	Cerrado	201.667	223.071	240.970	258.542	302.328	313.657	268.704	299.733	308.695	307.438	302.648	326.532
Diamantino	Amazônia	50.590	52.629	67.948	66.596	75.473	74.365	57.623	72.211	75.167	77.584	78.028	81.706
	Cerrado	151.885	176.539	187.309	208.621	233.311	231.914	182.081	207.486	226.503	224.992	220.138	245.681
Nova Ubiratã	Amazônia	3.289	4.781	9.123	21.790	47.711	53.080	48.527	60.507	64.441	78.055	83.895	88.621
	Cerrado	70.999	84.504	100.470	126.119	167.894	162.463	158.543	168.522	164.537	192.664	196.072	213.439
Primavera do Leste	Cerrado	188.329	241.424	253.431	260.607	273.494	253.337	238.630	264.834	244.339	270.891	247.152	268.976
Querência	Amazônia	13.712	27.882	36.108	88.335	136.523	131.531	128.169	161.313	163.944	207.177	247.260	245.291
Lucas do Rio Verde	Amazônia	336	562	831	1.759	3.573	4.283	3.865	5.497	5.411	6.016	4.904	6.538
	Cerrado	173.456	181.043	192.261	210.616	221.621	219.663	201.229	223.251	215.461	210.929	205.528	220.304
Campo Verde	Cerrado	120.101	159.098	176.709	199.123	202.998	207.580	169.841	195.524	194.123	213.614	194.703	223.953
Campos de Júlio	Amazônia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cerrado	122.090	150.524	170.794	185.291	207.627	208.323	150.751	158.091	182.192	176.359	175.312	195.416

(Continua)

Tabela C.1 - Continuação.

Nome do Município	Bioma	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12
Itiquira	Cerrado	132.666	170.354	172.488	220.235	199.877	228.591	169.169	184.909	172.868	184.616	188.321	191.896
	Pantanal	-	-	-	1.700	619	1.700	338	574	48	434	1.013	263
Ipiranga do Norte	Amazônia	9.062	14.569	29.312	31.364	57.631	55.685	51.046	58.852	62.042	66.820	77.838	79.886
	Cerrado	40.992	48.361	66.757	75.119	91.409	81.611	84.833	89.640	89.431	93.888	95.522	95.991
Brasnorte	Amazônia	568	838	2.243	8.964	18.569	18.610	9.320	12.354	17.335	16.068	19.413	27.201
	Cerrado	69.133	81.845	94.560	109.874	141.638	137.208	99.160	114.969	121.578	130.078	125.652	136.873
Santa Rita do Trivelato	Cerrado	63.742	71.049	84.278	102.117	123.014	124.912	111.643	127.362	132.421	136.293	132.509	151.154
Tapurah	Amazônia	12.802	20.372	19.496	28.939	42.204	43.689	37.825	41.609	41.977	49.577	51.570	64.242
	Cerrado	36.007	41.698	53.295	59.776	77.959	72.953	68.747	74.804	73.003	78.777	79.440	83.802
Canarana	Amazônia	12.713	21.536	22.701	39.081	54.396	42.382	36.677	36.063	43.005	58.650	72.336	85.945
	Cerrado	7.835	23.074	20.200	29.562	45.576	32.540	25.684	26.092	28.685	39.213	44.867	59.992
Santo Antônio do Leste	Cerrado	78.195	99.728	101.281	114.087	120.015	116.322	98.886	114.101	106.704	116.737	108.765	123.887
Paranatinga	Amazônia	66	159	1.025	6.897	17.056	16.370	18.824	23.016	19.232	22.849	39.162	29.334
	Cerrado	2.548	10.679	13.910	20.471	51.670	35.859	28.159	43.721	39.864	56.349	69.910	83.309
Vera	Amazônia	17.759	28.236	46.759	58.265	88.006	90.286	85.078	96.545	103.280	100.533	103.047	106.075
	Cerrado	-	-	-	-	-	3	0	-	0	3	3	3
Sinop	Amazônia	21.087	30.665	45.078	54.652	91.279	66.132	82.717	87.455	88.747	89.098	106.576	99.374
Gaúcha do Norte	Amazônia	1.289	4.666	4.823	11.174	25.796	26.811	28.310	34.519	49.786	56.335	66.715	76.603
	Cerrado	5.140	7.069	8.210	9.107	11.758	9.482	4.983	10.319	12.219	12.494	13.268	17.403
Alto Garças	Cerrado	50.515	70.741	85.547	111.915	95.933	106.070	80.356	79.691	68.565	84.060	74.947	93.305
Porto dos Gaúchos	Amazônia	5.722	10.258	22.842	31.972	55.761	54.547	47.018	59.381	61.874	69.944	81.006	89.587
São José do Rio Claro	Amazônia	33	11	27	142	162	799	115	421	432	70	104	1.673
	Cerrado	36.473	43.481	49.260	59.696	66.572	72.464	61.581	68.428	75.998	74.952	76.342	86.737

(Continua)

Tabela C.1 - Continuação.

Nome do Município	Bioma	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12
Nova Maringá	Amazônia	154	2.299	3.273	5.091	28.568	34.236	25.232	30.879	34.333	45.640	53.569	63.558
	Cerrado	12.424	13.725	15.998	15.597	24.467	21.640	12.133	22.019	23.355	24.478	22.471	24.050
Tabaporã	Amazônia	7.503	12.643	21.620	35.749	68.099	65.364	55.349	71.140	73.064	85.718	96.500	85.248
Novo São Joaquim	Cerrado	45.563	66.700	71.677	79.399	79.034	79.859	67.778	81.743	77.714	83.062	67.849	85.219
Tangará da Serra	Amazônia	3.312	4.703	6.211	13.090	16.207	16.127	6.363	10.075	12.176	16.539	21.935	26.067
	Cerrado	20.871	27.002	32.588	38.743	50.548	55.904	32.192	41.410	49.344	51.113	46.827	56.292
Rondonópolis	Cerrado	50.430	67.199	74.607	86.350	76.513	99.825	69.918	74.640	67.131	74.176	77.700	78.431
Água Boa	Cerrado	5.241	14.557	23.601	31.638	49.558	40.546	24.715	35.268	32.092	41.575	53.682	68.742
General Carneiro	Cerrado	30.463	42.413	50.332	70.406	66.955	63.305	61.461	63.215	63.458	66.573	58.900	67.970
Poxoréo	Cerrado	37.738	49.107	53.867	62.519	60.196	57.025	56.715	58.755	62.240	64.307	56.206	65.993
Santa Carmem	Amazônia	7.207	10.167	15.075	17.938	36.261	32.966	38.571	46.896	47.680	55.172	65.053	64.368
São Félix do Araguaia	Amazônia	1.251	1.186	5.451	17.009	37.062	28.206	22.033	28.127	30.088	39.738	53.490	59.470
	Cerrado	-	179	-	265	1.527	1.375	681	849	1.255	1.476	2.231	2.105
Pedra Preta	Cerrado	41.131	46.988	54.823	65.770	48.760	73.954	48.659	52.544	49.892	55.448	47.680	55.342
Guiratinga	Cerrado	49.038	56.929	59.542	65.981	67.284	66.165	54.776	60.525	59.104	66.357	56.913	54.932
Feliz Natal	Amazônia	104	335	1.186	5.837	20.083	21.312	24.454	33.710	38.199	43.103	51.862	53.796
	Cerrado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bom Jesus do Araguaia	Amazônia	220	2.519	5.796	12.970	22.132	11.665	17.622	18.032	24.883	34.260	47.389	49.087
	Cerrado	-	390	461	3.512	10.187	2.236	3.159	4.660	5.386	3.297	9.372	3.131
Comodoro	Amazônia	4.411	8.646	9.057	12.475	30.524	36.330	26.088	29.529	34.270	31.534	33.760	44.593
	Cerrado	-	404	611	4.245	6.567	8.740	3.687	3.916	3.443	3.865	4.417	5.216
Alto Taquari	Cerrado	55.056	65.290	70.525	72.872	59.956	63.113	39.910	50.499	45.698	52.777	48.571	49.530
Nova Xavantina	Cerrado	9.198	18.640	25.290	28.451	33.040	33.466	30.546	32.557	32.257	32.474	37.128	43.658

(Continua)

Tabela C.1 - Continuação.

Nome do Município	Bioma	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12
Cláudia	Amazônia	847	2.488	7.414	12.212	34.966	18.902	22.733	23.357	26.633	30.843	41.446	43.107
Santo Antônio do Leverger	Cerrado	18.923	27.845	31.686	47.115	45.300	53.804	34.901	35.924	35.069	35.187	39.965	36.636
	Pantanal	-	522	1.093	2.146	921	2.881	1.490	926	711	1.123	738	803
Jaciara	Cerrado	17.995	22.968	24.943	31.355	31.302	41.079	27.185	30.976	33.374	36.616	38.341	36.510
Dom Aquino	Cerrado	28.855	32.171	33.409	31.983	32.317	32.633	30.788	25.760	29.754	34.742	26.217	32.363
Itanhanga	Amazônia	-	649	3.328	7.738	15.534	14.471	12.688	17.081	17.799	26.031	25.893	31.999
Ribeirão Cascalheira	Amazônia	-	1.535	2.429	7.293	14.796	10.322	11.623	13.557	15.004	21.314	24.983	26.642
	Cerrado	-	553	598	832	2.140	324	153	845	320	265	5.634	1.439
Chapada dos Guimarães	Cerrado	4.937	9.733	12.242	23.101	21.339	22.992	13.859	18.036	18.538	22.107	19.694	24.643
Nobres	Cerrado	2.329	5.362	9.142	7.833	19.442	18.426	8.916	16.571	19.044	17.214	20.339	23.698
Barra do Garças	Cerrado	1.611	8.889	19.871	32.656	18.895	19.383	18.017	20.684	18.059	20.703	19.104	23.332
Juscimeira	Cerrado	11.013	15.338	18.993	26.372	26.252	33.941	26.678	26.438	23.054	25.728	23.263	22.877
	Pantanal	-	-	-	-	65	114	120	103	109	109	119	82
Nortelândia	Amazônia	3.117	5.421	6.353	11.246	12.015	13.047	9.844	10.514	15.066	15.359	16.049	18.869
	Cerrado	2.036	1.972	1.922	2.760	2.863	2.693	1.653	1.596	2.131	2.124	2.053	3.037
Alto Araguaia	Cerrado	12.516	21.859	29.712	35.763	31.852	26.511	17.906	20.238	19.650	18.866	18.757	19.567
Tesouro	Cerrado	7.350	10.555	15.581	18.966	21.121	19.328	16.750	17.777	15.984	18.135	17.472	19.461
União do Sul	Amazônia	-	44	484	2.367	6.066	3.423	4.887	6.483	7.623	11.167	17.140	15.686
Nova Canaã do Norte	Amazônia	525	1.149	2.574	2.822	8.212	6.781	6.951	7.117	6.444	7.037	9.708	14.446
Juara	Amazônia	149	623	2.094	8.684	5.313	5.318	4.371	738	2.098	1.393	7.029	12.864
Nova Olímpia	Amazônia	1.674	2.091	6.470	10.738	7.091	8.716	3.400	2.903	3.361	5.011	8.498	12.658
Rosário Oeste	Cerrado	838	2.215	2.087	6.335	7.838	7.242	2.893	3.348	5.287	5.290	8.179	12.606
Itaúba	Amazônia	1.957	2.580	3.094	4.949	10.981	7.444	8.804	7.937	9.286	11.887	14.270	12.509

(Continua)

Tabela C.1 - Continuação.

Nome do Município	Bioma	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12
Vila Bela da Santíssima Trindade	Amazônia	109	1.195	1.908	22.057	12.653	6.135	7.672	6.589	8.611	7.132	6.250	12.171
Ribeirãozinho	Cerrado	2.340	7.914	9.197	11.201	11.230	9.073	9.494	10.798	12.324	11.747	12.378	12.011
Nova Marilândia	Amazônia	7.377	6.905	8.964	8.984	11.203	10.740	7.554	9.566	10.055	10.148	11.215	11.656
Cáceres	Amazônia	-	447	808	292	1.087	1.176	755	966	1.084	433	855	1.259
	Cerrado	-	386	274	1.657	1.172	3.113	2.228	2.386	3.575	1.393	2.919	3.495
	Pantanal	205	1.613	4.333	13.465	8.345	12.752	5.862	9.516	5.565	12.297	11.142	5.530
São José do Xingu	Amazônia	44	596	2.599	5.558	9.459	3.835	1.689	4.813	2.197	1.457	6.362	9.591
Planalto da Serra	Cerrado	190	871	2.296	2.144	4.531	4.918	419	4.385	5.609	5.203	9.344	9.338
Pontes e Lacerda	Amazônia	103	948	703	6.323	4.209	3.349	3.624	4.867	7.318	5.725	8.663	9.050
	Cerrado	-	-	-	-	7	50	-	-	-	-	-	-
Barra do Bugres	Amazônia	341	1.176	3.910	5.574	6.983	11.861	7.121	2.165	1.118	4.653	9.651	8.351
	Cerrado	25	143	601	1.292	1.970	1.794	816	311	346	273	682	203
Torixoréu	Cerrado	3.630	7.853	8.500	8.209	8.748	8.797	7.982	8.473	9.132	9.510	8.743	8.404
Porto Alegre do Norte	Amazônia	28	83	405	3.886	5.352	2.764	33	2.687	2.125	3.480	5.190	5.206
	Cerrado	-	-	3	411	940	628	-	667	1.529	2.034	1.823	2.861
Alto Paraguai	Amazônia	-	-	-	43	98	261	-	-	-	-	33	-
	Cerrado	2.773	2.900	2.849	3.823	5.128	8.329	4.879	6.203	7.387	7.033	6.520	6.913
Nova Lacerda	Amazônia	49	2.886	875	1.760	1.716	1.896	3.366	1.885	8.736	3.419	3.317	6.466
	Cerrado	151	186	377	362	455	369	-	-	-	266	388	420
Novo Mundo	Amazônia	393	1.389	4.766	5.320	2.922	2.580	1.567	2.031	2.619	1.528	4.743	6.282
Canabrava do Norte	Amazônia	259	2.243	2.224	5.279	7.196	4.524	2.438	5.009	3.352	3.381	7.518	5.225
	Cerrado	-	-	107	8	574	233	330	312	137	723	1.071	1.018

(Continua)

Tabela C.1 - Continuação.

Nome do Município	Bioma	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12
Denise	Amazônia	1.984	3.803	10.029	8.524	5.125	12.200	3.102	1.728	1.245	1.482	10.403	5.352
	Cerrado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alto Boa Vista	Amazônia	-	550	96	951	3.864	1.452	324	1.446	505	1.672	5.803	4.182
	Cerrado	-	11	42	473	588	522	14	302	318	872	2.173	1.118
Alta Floresta	Amazônia	304	2.015	2.645	5.404	5.924	2.797	5.511	1.777	415	492	2.146	5.261
Santa Terezinha	Amazônia	-	83	105	256	39	238	608	1.429	470	470	1.443	293
	Cerrado	-	359	116	396	3.532	3.526	3.173	3.968	5.969	4.466	5.334	4.566
Campinápolis	Cerrado	526	2.486	2.454	4.956	9.515	3.010	1.392	2.532	1.599	2.061	5.314	4.722
Lambari D'Oeste	Amazônia	217	439	4.046	1.220	1.290	4.057	4.005	1.529	2.369	2.726	2.610	4.574
Araguaiana	Cerrado	98	982	3.211	13.200	1.465	2.661	1.897	2.750	347	1.534	781	4.531
Araputanga	Amazônia	108	633	602	651	407	1.304	179	639	712	1.184	920	4.195
	Cerrado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Matupá	Amazônia	343	1.515	3.033	3.255	5.666	2.408	2.734	2.933	2.711	2.587	6.047	4.170
Nova Santa Helena	Amazônia	236	322	881	909	2.964	1.260	2.360	704	1.237	1.335	3.392	3.995
Castanheira	Amazônia	-	6	105	1.919	149	419	165	469	28	444	76	3.866
Juína	Amazônia	17	149	788	1.491	342	143	513	397	314	229	282	1.604
	Cerrado	22	154	655	1.034	2.020	1.079	637	693	759	61	1.348	2.251
Indiavaí	Amazônia	22	54	11	520	5	167	76	1.153	1.030	554	640	3.452
São José dos Quatro Marcos	Amazônia	65	175	60	478	863	1.511	1.823	1.512	4.054	2.434	3.994	3.365
Nova Brasilândia	Cerrado	65	206	423	1.435	2.678	3.421	1.235	1.018	867	947	1.262	3.189
Marcelândia	Amazônia	320	524	304	1.931	3.215	634	1.803	1.097	601	1.236	5.735	3.172
Mirassol d'Oeste	Amazônia	43	368	796	2.066	2.027	1.327	1.863	1.359	1.250	1.127	2.646	2.280
	Pantanal	-	1	76	157	-	120	19	103	-	173	101	638

(Continua)

Tabela C.1 - Continuação.

Nome do Município	Bioma	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12
Nova Nazaré	Cerrado	300	1.294	1.647	2.572	3.599	2.645	1.140	1.338	960	1.506	1.737	2.760
Peixoto de Azevedo	Amazônia	61	1.349	1.040	2.759	2.230	802	1.061	1.401	1.568	1.752	2.784	2.725
Vila Rica	Amazônia	6	104	393	1.461	6.592	2.429	1.780	2.293	2.712	2.551	5.278	2.667
	Cerrado	-	11	-	11	-	-	24	-	402	50	66	11
Guarantã do Norte	Amazônia	-	603	648	1.298	755	446	956	607	681	638	2.429	2.669
Rio Branco	Amazônia	-	-	78	2	119	227	315	141	125	267	231	2.452
Confresa	Amazônia	-	298	149	646	2.293	1.437	757	293	525	774	2.653	2.420
	Cerrado	-	-	72	50	127	122	-	171	77	88	155	-
Salto do Céu	Amazônia	28	130	1.127	608	266	1.315	1.275	282	81	1.200	1.498	2.340
	Cerrado	-	-	-	60	-	-	-	-	-	-	-	-
Nova Guarita	Amazônia	72	315	677	1.997	2.903	796	918	639	968	718	857	2.294
Terra Nova do Norte	Amazônia	-	321	939	1.514	1.869	613	1.470	761	527	581	1.408	1.989
Porto Esperidião	Amazônia	-	719	288	2.576	184	58	87	276	281	1.065	847	1.672
	Pantanal	-	81	59	1.713	908	882	32	173	231	1.141	1.327	270
Colíder	Amazônia	33	39	61	893	1.439	1.193	2.629	386	420	110	513	1.883
Novo Horizonte do Norte	Amazônia	11	105	430	480	1.036	696	705	77	44	11	1.742	1.702
Carlinda	Amazônia	72	940	360	1.089	1.023	188	774	199	216	44	133	1.698
Santa Cruz do Xingu	Amazônia	-	586	1.189	680	2.356	1.416	564	1.245	216	697	846	1.560
Santo Afonso	Amazônia	22	49	148	300	555	2.249	254	62	67	319	582	1.529
Vale de São Domingos	Amazônia	-	-	-	22	244	-	16	-	-	-	-	-
	Cerrado	2	-	189	1.480	3.409	4.190	1.200	1.678	671	396	614	1.506
Cocalinho	Cerrado	-	4.224	1.365	5.735	3.277	2.495	2.190	2.431	1.148	250	925	1.380

(Continua)

Tabela C.1 - Continuação.

Nome do Município	Bioma	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12
Arenápolis	Amazônia	-	22	66	229	234	1.433	114	44	343	528	986	1.290
	Cerrado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apiacás	Amazônia	-	216	2.266	2.987	1.196	3.426	1.130	266	260	-	283	1.181
Rondolândia	Amazônia	1.891	464	1.426	2.028	3.127	1.547	110	282	365	265	1.785	1.056
Paranaíta	Amazônia	83	678	2.193	2.449	1.683	1.382	831	354	321	249	598	1.025
Nossa Senhora do Livramento	Cerrado	108	268	179	268	455	230	54	698	44	65	303	725
	Pantanal	-	-	-	373	43	804	103	772	297	167	1.193	297
Nova Bandeirantes	Amazônia	526	194	1.334	2.452	3.000	537	715	376	321	1.215	542	952
Conquista D'Oeste	Amazônia	-	27	-	109	717	549	76	174	76	44	245	359
	Cerrado	-	-	-	-	294	794	305	158	479	-	250	555
Poconé	Cerrado	-	854	789	908	303	162	167	730	800	167	881	643
	Pantanal	-	-	21	657	695	97	70	76	108	313	935	145
Pontal do Araguaia	Cerrado	-	216	303	568	168	59	16	422	5	514	76	638
Aripuanã	Amazônia	66	238	326	2.738	348	790	608	243	326	243	61	636
Colniza	Amazônia	-	-	172	488	1.069	172	1.297	388	94	477	105	466
Porto Estrela	Amazônia	-	-	266	358	972	1.323	754	249	152	195	1.746	87
	Cerrado	54	111	195	152	336	1.424	466	114	-	265	1.234	363
Cuiabá	Cerrado	3	139	313	378	438	391	228	373	307	290	570	422
	Pantanal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Figueirópolis D'Oeste	Amazônia	-	11	92	119	65	-	16	83	70	157	27	418
	Pantanal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jauru	Amazônia	-	184	33	342	168	97	27	184	81	-	70	374
	Cerrado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	26

(Continua)

Tabela C.1 - Conclusão.

Nome do Município	Bioma	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12
Glória D'Oeste	Amazônia	-	38	-	438	16	151	0	232	311	935	827	384
	Pantanal	-	-	-	40	29	162	-	0	-	353	429	-
Nova Monte Verde	Amazônia	33	1.112	1.971	4.566	2.092	758	913	33	100	596	1.406	365
São José do Povo	Cerrado	-	49	372	32	469	1.590	782	32	5	-	265	356
Curvelândia	Amazônia	-	-	81	293	494	355	-	43	316	446	27	81
	Pantanal	-	53	390	-	11	89	-	216	637	132	54	216
Jangada	Cerrado	-	33	293	76	190	38	33	694	-	-	325	295
Serra Nova Dourada	Amazônia	-	-	-	11	33	-	-	5	-	-	33	-
	Cerrado	379	170	-	2.012	3.978	1.637	885	3.149	1.000	615	1.555	262
Várzea Grande	Cerrado	-	-	-	-	22	18	-	158	53	-	-	192
	Pantanal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Pedro da Cipa	Cerrado	11	-	97	1.727	141	557	11	141	-	-	49	173
Barão de Melgaço	Pantanal	-	39	237	1.916	-	222	188	-	436	134	302	161
Cotriguaçu	Amazônia	-	-	-	183	952	249	166	-	66	17	-	138
Juruena	Amazônia	-	-	61	453	171	61	-	11	83	44	-	33
Ponte Branca	Cerrado	-	108	-	248	-	221	32	-	5	-	-	5
Reserva do Cabaçal	Amazônia	-	-	-	38	-	36	-	-	-	-	-	1
	Cerrado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acorizal	Cerrado	-	81	16	217	-	11	-	22	141	5	309	-
Araguainha	Cerrado	-	48	-	194	48	59	11	-	-	-	-	-
Luciara	Cerrado	-	-	-	-	-	-	33	6	-	-	105	-
Novo Santo Antônio	Cerrado	-	82	-	-	-	11	11	38	-	-	362	-

APÊNDICE D - SOJA EM DESFLORESTAMENTOS DO BIOMA AMAZÔNIA MATO-GROSSENSE - MUNICÍPIOS DA MORATÓRIA DA SOJA

Tabela D.1 - Porções dos desflorestamentos do bioma Amazônia nos municípios monitorados pela Moratória que estavam ocupados com soja nos anos/safra 2000/01, 2006/07 e 2011/12.

Nome do município	Munic. (ha)	b_AMZ (ha)	f_flor (ha)	df_00 (ha)	s01_df00		df_06 (ha)	s07_df06		df_11 (ha)	s12_df11	
					(ha)	(%)*		(ha)	(%)**		(ha)	(%)***
Alto Boa Vista	223.935	125.335	116.615	61.807	-	0,0%	77.553	324	0,4%	80.788	4.181	5,2%
Alto Paraguai	205.311	35.743	26.317	21.565	-	0,0%	22.006	-	0,0%	22.116	-	0,0%
Barra do Bugres	605.559	427.058	426.638	264.620	336	0,1%	295.876	7.104	2,4%	299.850	8.284	2,8%
Bom Jesus do Araguaia	427.940	286.269	258.573	126.061	220	0,2%	151.901	17.570	11,6%	154.017	48.910	31,8%
Brasnorte	1.596.218	926.074	870.159	216.801	556	0,3%	318.099	5.824	1,8%	331.795	19.542	5,9%
Campo Novo do Parecis	944.603	12.550	3.397	16	-	0,0%	771	-	0,0%	771	-	0,0%
Campos de Júlio	680.534	1	-	-	-	0,0%	-	-	0,0%	-	-	0,0%
Canabrava do Norte	344.885	250.278	209.796	122.073	-	0,0%	148.541	584	0,4%	154.961	2.504	1,6%
Canarana	1.083.601	564.390	347.707	131.493	373	0,3%	160.505	17.976	11,2%	161.485	54.145	33,5%
Cláudia	386.468	386.468	385.819	111.075	845	0,8%	147.619	22.505	15,2%	155.207	42.449	27,4%
Comodoro	2.175.827	984.449	768.428	214.205	771	0,4%	265.793	18.506	7,0%	276.004	34.401	12,5%
Diamantino	812.584	148.281	39.896	5.436	793	14,6%	8.919	1.002	11,2%	9.236	3.358	36,4%
Feliz Natal	1.144.826	1.144.345	1.070.098	99.534	104	0,1%	170.575	24.018	14,1%	199.895	52.670	26,3%
Gaúcha do Norte	1.689.699	1.427.773	1.149.907	162.732	1.287	0,8%	275.187	27.962	10,2%	300.630	74.953	24,9%
Ipiranga do Norte	344.695	194.151	189.426	59.406	8.459	14,2%	108.680	48.591	44,7%	114.543	75.659	66,1%
Itanhanga	292.435	292.435	292.435	44.484	-	0,0%	135.563	12.485	9,2%	155.745	31.432	20,2%
Itaúba	461.097	461.097	416.526	113.208	1.301	1,1%	161.229	7.245	4,5%	169.058	10.046	5,9%
Lucas do Rio Verde	365.988	24.154	23.808	6.677	206	3,1%	10.301	3.518	34,2%	11.168	6.030	54,0%

(Continua)

Tabela D.1 - Continuação.

Nome do município	Munic. (ha)	b_AMZ (ha)	f_flor (ha)	df_00 (ha)	s01_df00		df_06 (ha)	s07_df06		df_11 (ha)	s12_df11	
					(ha)	(%)*		(ha)	(%)**		(ha)	(%)***
Vila Bela da Santíssima Trindade	1.345.148	1.285.821	662.388	360.306	98	0,0%	428.669	7.095	1,7%	442.118	9.080	2,1%
Marcelândia	1.229.486	1.229.486	1.205.405	213.570	319	0,1%	312.354	1.803	0,6%	341.389	3.152	0,9%
Matupá	515.132	515.132	476.166	114.045	343	0,3%	170.049	2.686	1,6%	190.237	4.113	2,2%
Nortelândia	135.214	81.357	70.455	50.608	348	0,7%	54.017	6.835	12,7%	54.141	15.119	27,9%
Nova Lacerda	472.149	367.703	316.391	138.972	49	0,0%	170.264	2.755	1,6%	176.339	6.123	3,5%
Nova Canaã do Norte	597.179	597.179	488.514	238.459	525	0,2%	290.258	2.714	0,9%	297.431	8.153	2,7%
Nova Mutum	954.064	75.295	74.658	43.452	181	0,4%	48.413	3.289	6,8%	48.459	9.576	19,8%
Nova Ubiratã	1.269.298	762.139	705.119	94.054	1.147	1,2%	210.651	40.039	19,0%	234.848	75.616	32,2%
Paranatinga	2.418.135	765.175	682.348	139.698	66	0,0%	200.045	18.817	9,4%	214.046	29.155	13,6%
Pontes e Lacerda	860.355	816.138	512.682	329.458	103	0,0%	376.604	3.602	1,0%	382.920	8.741	2,3%
Porto Alegre do Norte	397.908	261.206	131.991	64.466	28	0,0%	81.681	33	0,0%	84.030	276	0,3%
Porto dos Gaúchos	704.057	704.057	697.270	153.653	5.637	3,7%	289.821	46.555	16,1%	299.404	87.047	29,1%
Querência	1.785.003	1.785.003	1.550.663	306.672	12.211	4,0%	489.193	123.698	25,3%	504.562	236.398	46,9%
Ribeirão Cascalheira	1.135.498	305.349	197.355	78.105	-	0,0%	99.931	11.524	11,5%	101.690	24.607	24,2%
Santa Carmem	383.581	383.581	383.580	75.415	7.157	9,5%	139.622	38.116	27,3%	145.794	63.406	43,5%
São José do Rio Claro	455.844	85.520	84.919	32.693	33	0,1%	39.637	115	0,3%	41.560	1.671	4,0%
São José do Xingu	746.343	746.343	711.916	383.985	44	0,0%	416.131	1.688	0,4%	429.816	9.576	2,2%
Santa Cruz do Xingu	562.576	562.576	394.655	99.182	-	0,0%	131.204	160	0,1%	134.451	171	0,1%
Santa Terezinha	644.981	282.747	216.938	57.945	-	0,0%	87.687	565	0,6%	93.569	293	0,3%
São Félix do Araguaia	1.683.970	1.083.015	987.784	320.064	1.251	0,4%	391.565	21.984	5,6%	420.339	59.082	14,1%
Sinop	393.422	393.422	379.273	165.187	20.580	12,5%	235.930	80.781	34,2%	244.854	96.810	39,5%
Sorriso	934.538	205.291	202.126	117.217	67.334	57,4%	148.234	104.916	70,8%	148.525	109.291	73,6%
Tabaporã	822.369	822.369	597.033	120.057	4.341	3,6%	235.058	21.193	9,0%	249.969	40.204	16,1%

(Continua)

Tabela D.1 - Conclusão.

Nome do município	Munic. (ha)	b_AMZ (ha)	f_flor (ha)	df_00 (ha)	s01_df00		df_06 (ha)	s07_df06		df_11 (ha)	s12_df11	
					(ha)	(%)*		(ha)	(%)**		(ha)	(%)***
Tangará da Serra	1.130.357	301.046	247.341	198.788	2.475	1,2%	213.652	3.557	1,7%	214.634	21.036	9,8%
Tapurah	448.688	278.126	277.532	91.726	12.753	13,9%	136.690	37.593	27,5%	140.697	63.149	44,9%
União do Sul	458.304	458.304	455.438	47.731	-	0,0%	91.446	4.764	5,2%	102.647	15.354	15,0%
Vera	295.133	294.829	293.271	120.814	17.258	14,3%	190.196	83.852	44,1%	192.177	103.884	54,1%
Vila Rica	743.775	687.939	666.544	265.257	6	0,0%	396.181	1.778	0,4%	418.115	2.664	0,6%
Nova Marilândia	193.949	193.949	137.182	74.148	-	0,0%	91.677	-	0,0%	95.998	522	0,5%
Nova Maringá	1.151.139	1.049.941	1.018.730	139.119	149	0,1%	269.891	24.727	9,2%	276.516	60.148	21,8%

* % do desflorestamento acumulado até 2000 que apresentou cultivo de soja no ano/safra 2000/01.

** % do desflorestamento acumulado até 2006 que apresentou cultivo de soja no ano/safra 2006/07.

*** % do desflorestamento acumulado até 2011 que apresentou cultivo de soja no ano/safra 2011/12.

Munic. (ha) = área do município; **b_AMZ** = área do município contida no bioma Amazônia; **f_flor** = área de fitossionomias florestais da porção municipal contida no bioma Amazônia; **df_00** = desflorestamento total acumulado até 2000; **s01_df00** = soja do ano/safra 2000/01 sobre desflorestamentos acumulados até 2000; **df_06** = desflorestamento total acumulado até 2006; **s07_df06** = soja do ano/safra 2006/07 sobre desflorestamentos acumulados até 2006; **df_11** = desflorestamento total acumulado até 2011; **s12_df11** = soja do ano/safra 2011/12 sobre desflorestamentos acumulados até 2011.

