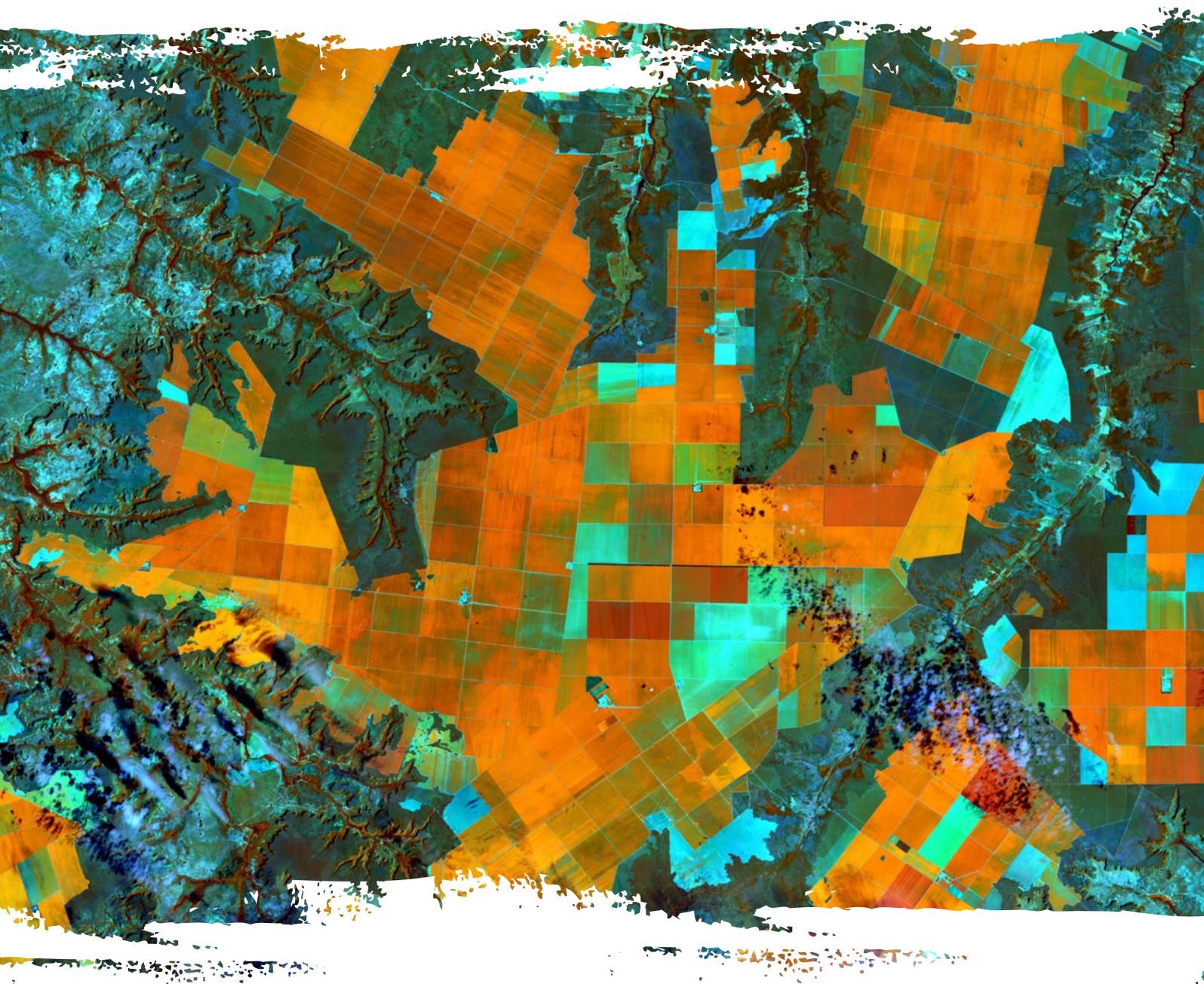


ANÁLISE GEOESPACIAL DA **EXPANSÃO DA SOJA** NO **BIOMA CERRADO**

2001 A
2021



REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



Coordenação Agrosatélite

Bernardo Rudorff
Joel Risso

Coordenação ABIOVE

Bernardo Pires
Pedro Garcia

Coordenador técnico

Daniel Alves de Aguiar

Produção Editorial e Editoração Eletrônica

W5 Publicidade
w5.com.br

Equipe de geoprocessamento e sensoriamento remoto

Ana Sutili

Ana Theisges

André Fischer

Aquiles Schluter

Carolina Rosa

Caroline Silva

Claudia Ritzel

Cristian Back | líder técnico

Daniel Machado

Daniel Oliveira

Debora Ferreira

Gabriel Cabral

Gabriel Lemos

Guilherme Vanz

Lívia Crispin

Luana Quaresma

Lucas Kreutzfeld

Luiz Schramm

Monique Horst

Nicolas Moreira

Nildson Silva

Maria Botelho

Mariana Duarte

Matheus Oliveira

Matheus Pereira

Naiara Moreira

Renan Renzo

Agrosatélite Geotecnologia Aplicada Ltda. Análise geoespacial da expansão da soja no bioma Cerrado: 2000/01 a 2020/21. - Florianópolis-SC, Brasil, 2021. 25 p. :il

ISBN: 978-65-991465-4-1

25p.

Relatório Técnico.

1. Mapeamento da soja - safra 2020/21. 2. Bioma Cerrado. 3. Imagens de satélite. 4. Vegetação nativa.

I. Rudorff, Bernardo. II. Risso, Joel. III. Título.

Su má rio

01

Dinâmica da Expansão da Soja no Bioma Cerrado

Evolução da área cultivada com soja 07

02

Desmatamento no Cerrado

Desmatamento convertido para soja 16

03

Mudança de Uso e Cobertura da Terra Atribuída à Soja

Expansão da soja com e sem desmatamento 17

Mudança de uso e cobertura de terra de 2000/01 a 2020/21 20

Detalhamento da dinâmica de expansão e retração | 2013/14 a 2020/21 | 21

04

Considerações Finais e Recomendações



Sumário Executivo

A análise geoespacial da expansão da soja no bioma Cerrado teve por objetivo retratar a dinâmica da mudança de uso da terra associada à sojicultura, por meio de imagens de satélites. A iniciativa já vem sendo realizada desde 2015 e ganha aqui uma importante atualização, completando duas décadas de avaliação em que a soja ampliou sua área produtiva em cerca de 170%, passando de 7,5 milhões de hectares em 2000/01 para 20,0 milhões de hectares em 2020/21. Essa área representa quase 10% do bioma e 52% da atual área de soja do Brasil. A taxa média de crescimento do período entre 2001 e 2021 foi de 624 mil ha a.a.; contudo, as condições favoráveis para o mercado da soja em 2020 aceleraram a expansão na safra 2020/21 incrementando a área em 1.168 mil ha (85% acima da taxa média). Em termos da dinâmica de mudança de uso da terra, o bioma Cerrado engloba a região do Matopiba – a mais recente fronteira agrícola do Brasil – que difere da região dos demais estados do Cerrado denominada Outros Estados e que apresenta um maior grau de consolidação. No Matopiba, a área de soja passou de 0,97 Mha em 2000/01 para 4,72 Mha em 2020/21, correspondendo a um aumento de quase 5 vezes, fazendo com que a participação dessa região na área cultivada com soja no Cerrado passasse de 13% para 24%. Nos Outros Estados, a área de soja passou de 6,56 Mha em 2000/01 para 15,28 Mha em 2020/21, correspondendo a um aumento de 2,3 vezes e representando 76% da área de soja do Cerrado.

As taxas de desmatamento no Cerrado, que no início dos anos 2000 estavam próximas a 3 milhões de hectares a.a., tem se mostrado relativamente estáveis nos últimos 5 anos com valores em torno de 700 mil hectares a.a., ou seja, quase 4 vezes menor. A conversão de vegetação nativa para soja segue a mesma tendência, mas com uma diferença marcante entre as regiões Matopiba e Outros Estados. Se no início dos anos 2000 os Outros Estados contribuíam com dois terços do desmatamento, atualmente essa parcela caiu para um terço. Cabe ao Matopiba, portanto, dois terços do total do desmatamento recente.

Do total da soja cultivada no Cerrado, 4,19 milhões de hectares (14,4%) estão sobre desmatamento pós-2000. Isto significa que 79,0% da área de soja da safra 2020/21 no Cerrado - o equivalente a 15,81 Mha - estão livres de desmatamentos ocorridos a partir de 2001. Se considerarmos apenas os desmatamentos ocorridos após 22 de julho de 2008, data que define as áreas consolidadas segundo o Código Florestal de 2012, verifica-se que 1.466 mil ha (13,4% do total desmatado pós-2008) foram convertidos para soja, sendo 1.184 mil ha no Matopiba (25,1% da soja desta região) e 282 mil ha nos Outros Estados (1,8% da soja desta região). Ou seja, a dinâmica de expansão da soja sobre desmatamentos pós-2008 difere muito entre as duas regiões.

Uma análise detalhada da dinâmica de mudança de uso e cobertura da terra associada à expansão de 4,40 milhões de hectares de soja no período de 2013/14 a 2020/21 mostrou que ela se dá tanto pela incorporação de novas áreas provenientes da conversão de vegetação nativa ou da intensificação de uso da terra por meio da conversão de pastagens, quanto da prática de manejo agrícola com rotação de culturas agrícolas ou pousio. Nos Outros Estados, 1,48 milhão de hectares expandiu sobre pastagens (intensificação) e 0,12 milhão de hectares expandiu com desmatamento; já no Matopiba, apenas 0,26 milhão de hectares expandiu sobre pastagens, enquanto 0,50 milhão de hectares expandiu com desmatamento. Nas duas regiões uma parcela significativa da expansão da área de soja se deu sobre lavouras que estavam em pousio na safra 2013/14.

Com base nas análises realizadas neste estudo, pode-se afirmar que a tendência de expansão da soja no Cerrado continua, inclusive de forma mais acelerada no último ano safra. A expansão da soja com conversão de vegetação nativa, no período mais recente, é quase que residual na região dos Outros Estados, mas persiste no Matopiba, embora a taxas cada vez menores.

1 Dinâmica da Expansão da Soja no Bioma Cerrado

O Brasil está dividido em seis biomas com fitofisionomias típicas, como é o caso do bioma Cerrado. Historicamente a produção de soja no Brasil teve início no sul do Brasil em região do bioma Mata Atlântica e foi ganhando destaque no bioma Cerrado a partir da década de 1980 com o desenvolvimento de novas tecnologias que permitiram sua produção em ambientes anteriormente desconsiderados. O bioma Cerrado cobre cerca de 25% do território brasileiro com sua cobertura vegetal nativa preservada em pouco mais de 50%. Atualmente, 52% da área cultivada com soja no Brasil se encontra no bioma Cerrado, onde a região do Matopiba¹ (Figura 1) merece ser destacada por se tratar da mais nova fronteira agrícola brasileira, em que a expansão da sojicultura com conversão de vegetação nativa ainda tem relevância. Já na região mais consolidada do Cerrado, aqui denominada de Outros Estados² (Figura 1), os estoques de terras abertas com aptidão agrícola para soja são grandes, com amplas oportunidades de expansão da oleaginosa por meio da intensificação do uso da terra, conforme vem sendo observado.

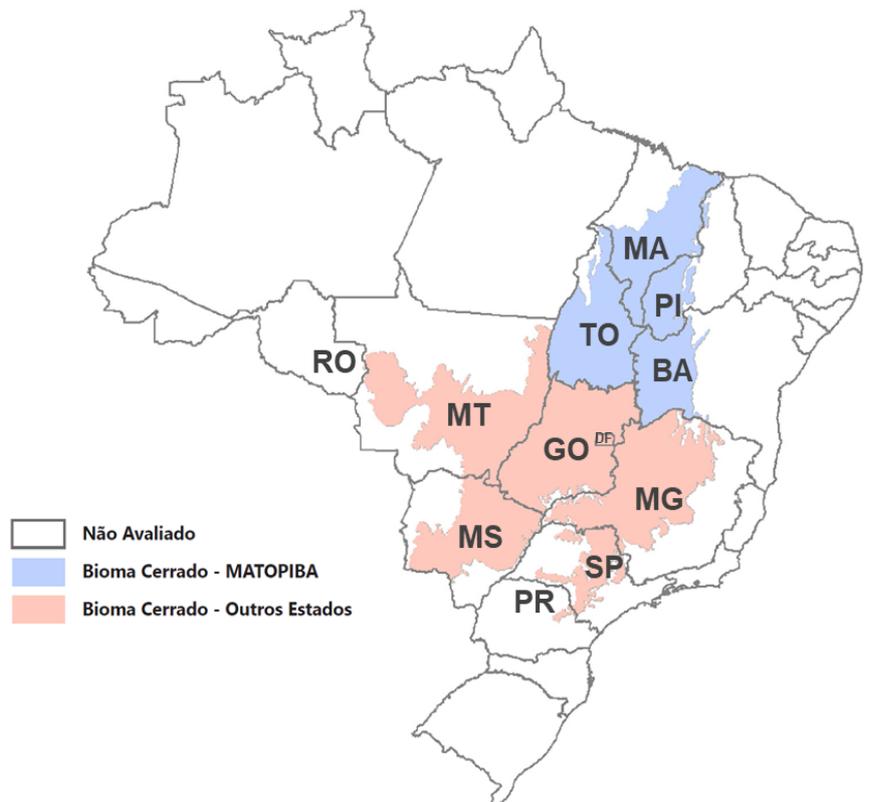


Figura 1. Destaque para as regiões "Outros Estados" e "Matopiba" no bioma Cerrado.

1. Matopiba é a região formada pelos estados do Maranhão - MA, Tocantins - TO, Piauí - PI e Bahia - BA, essencialmente nas suas porções do bioma Cerrado e nas transições com o bioma Amazônia, onde vem ocorrendo uma intensa transformação da paisagem causada pela expansão da agricultura anual de alta tecnologia. A pequena porção do Matopiba contida no bioma Amazônia não faz parte desse estudo.

2. Outros Estados é a região formada por partes dos estados de Mato Grosso (MT), Goiás (GO), Minas Gerais (MG), Mato Grosso do Sul (MS), São Paulo (SP), Paraná (PR) e Distrito Federal (DF).

1.1 Evolução da área cultivada com soja

Com a safra 2020/21 se completam duas décadas de uma análise detalhada da dinâmica da expansão da soja no bioma Cerrado, desenvolvida pela Agrosatélite por meio de imagens adquiridas por satélites³. Estas imagens permitiram avaliar tanto o incremento gradual da área de soja no Cerrado quanto detalhar as transições que ocorreram em termos de mudança de uso da terra ao longo das duas últimas décadas. Este período coincide com a maior conscientização ambiental no sentido de preservar os recursos naturais buscando alternativas à abertura de novas áreas por meio do melhor aproveitamento das terras já abertas e do uso de novas tecnologias para aumento da produtividade. Contudo, os apelos preservacionistas se deparam com a crescente oportunidade de ampliação da produção de alimentos, tanto para consumo interno quanto para exportação, o que vem alavancando fortemente o agronegócio brasileiro.

Informações objetivas sobre a distribuição espacial das lavouras de soja e sua associação com a recente conversão de vegetação nativa, além do conhecimento sobre os estoques de terras aptas para a produção de soja fornecem elementos-chaves para se buscar o equilíbrio entre a preservação ambiental e o aumento da produção de soja. Neste sentido, as imagens de satélite não apenas revelam o que aconteceu no território em decorrência da sojicultura, mas permitem o planejamento do território para o desenvolvimento sustentável do agronegócio.

No presente estudo apresentamos, de forma integrada, os resultados de estudos anteriores realizados pela Agrosatélite para mapear a cultura da soja no bioma Cerrado nas safras 2000/01, 2006/07, 2013/14, 2016/17, 2018/19 e 2019/20 com apoio da GBMF (Gordon and Betty Moore Foundation), do GTC/TNC (Grupo de Trabalho da Soja em conjunto com a The Nature Conservancy) e da ABIOVE (Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais)⁴ incluindo a atualização dos mapeamentos para a safra 2020/21. Com base nesses mapeamentos foi possível obter a distribuição espacial das lavouras, bem como as estimativas de área plantada, desde o nível da propriedade rural, passando pelos municípios e estados, até o bioma como um todo⁵.

A análise desta sequência histórica de mapeamentos visa ampliar o entendimento sobre a recente expansão da soja em todo o bioma Cerrado, destacando a região do Matopiba - nova fronteira agrícola brasileira, onde a expansão com conversão de vegetação nativa é mais evidente quando comparada com a região dos Outros Estados, que por sua vez apresenta uma expansão majoritária por meio da intensificação do uso de terras já abertas há mais tempo e que possuem aptidão agrícola para o cultivo da soja.

3. Neste estudo foram utilizadas imagens adquiridas pelos satélites das séries Landsat e Sentinel-2 em comprimentos de onda do visível, infravermelho próximo e infravermelho médio do espectro eletromagnético, com resolução espacial entre 10 e 30 metros (~100 a 10 pixels por hectare). A operação conjunta desses satélites permite que uma mesma localidade seja revisitada em intervalos de 2 a 5 dias, o que favorece a obtenção de imagens livres de nuvens durante o período favorável de identificação das lavouras de soja. Cerca de 3.000 imagens estiveram disponíveis para identificar, de forma precisa, as lavouras de soja do bioma Cerrado no ano-safra 2020/21 por meio de técnicas de interpretação visual de imagens. O ponto de partida foi o mapa de soja da safra 2019/20. O procedimento de interpretação visual considerou também a análise da série temporal de imagens obtidas pelo sensor MODIS, transformada no índice de vegetação EVI (Enhanced Vegetation Index) na forma de composições temporais de 16 dias por meio de consultas ao aplicativo web do projeto SatVeg da EMBRAPA (www.satveg.cnptia.embrapa.br). Foram utilizadas as seguintes composições coloridas RGB das imagens: bandas 4-5-3 para o sensor ETM+/Landsat-7; bandas 5-6-4 para o sensor OLI/Landsat-8; e bandas 8a-11-4 para o sensor MSI do Sentinel-2. Cabe destacar que o mapeamento de soja da safra 2016/17, elaborado pela Agrosatélite, foi validado por terceira parte (Universidade de Maryland), com base em dados obtidos a campo, constatando uma exatidão global do mapeamento de 98,4%.

4. Relatórios disponíveis para consulta pública em <https://agrosatelite.com.br/cases/#expansao-agricola>.

5. O limite do bioma Cerrado utilizado no presente estudo foi do IBGE na escala 1:5.000.000 (<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/15842-biomas.html>).

As Figuras 2 a 8 ilustram os mapas da cultura da soja no Cerrado em sete anos-safra (2000/01, 2006/07, 2013/14, 2016/17, 2018/19, 2019/20 e 2020/21). Destaca-se em cada um deles quatro recortes de regiões menos consolidadas nas quais a sojicultura passou a adquirir maior relevância do ano 2000 em diante. É o caso, no recorte I, do município de Paranatinga (MT), em que a área de soja no bioma Cerrado passou de 32.419 ha em 2006/07 para 155.745 ha em 2013/14, crescendo quase cinco vezes em sete anos. Entre 2013/14 e 2019/20 houve uma desaceleração com incremento médio anual de 3.950 ha. Todavia, nessa última safra, o aumento na área plantada em Paranatinga foi de 20.146 ha, ou seja, cinco vezes maior do que observado no período 2013/14-2019/20. As regiões do entorno de Balsas, no Maranhão, e de Baixa Grande do Ribeiro, no Piauí (ambas no recorte II), assim como as do entorno de Barreiras, na Bahia (no recorte III) e as do entorno de Porto Nacional, no Tocantins (recorte IV) também se destacam pela intensa expansão da sojicultura, cuja área cresceu de 4 a 5 vezes nas duas últimas décadas sendo que todas estão no Matopiba.



Figura 2. Mapa da cultura da soja no Cerrado para o ano safra: 2000/01, destacando regiões que apresentaram significativa expansão da sojicultura.



Figura 3. Mapa da cultura da soja no Cerrado para o ano safra: 2006/07, destacando regiões que apresentaram significativa expansão da sojicultura.



Figura 4. Mapa da cultura da soja no Cerrado para o ano safra: 2013/14, destacando regiões que apresentaram significativa expansão da sojicultura.



Figura 5. Mapa da cultura da soja no Cerrado para o ano safra: 2016/17, destacando regiões que apresentaram significativa expansão da sojicultura.



Figura 6. Mapa da cultura da soja no Cerrado para o ano safra: 2018/19, destacando regiões que apresentaram significativa expansão da sojicultura.



Figura 7. Mapa da cultura da soja no Cerrado para o ano safra: 2019/20, destacando regiões que apresentaram significativa expansão da sojicultura.



Figura 8. Mapa da cultura da soja no Cerrado para o ano safra: 2020/21, destacando regiões que apresentaram significativa expansão da sojicultura.

A Tabela 1 apresenta os resultados da área de soja no bioma Cerrado, por estado e para as regiões Outros Estados e Matopiba, obtidos a partir de imagens de satélites, nos mesmos sete anos safra apresentados nas Figuras 2 a 8.

Estado	2000/01	2006/07	2013/14	2016/17	2018/19	2019/20	2020/21
	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
DF	39.862	55.101	80.211	88.572	93.496	85.447	84.867
GO	1.678.199	2.323.737	3.472.889	3.644.519	3.954.372	4.106.060	4.379.545
MG	683.194	803.508	1.267.109	1.531.541	1.778.323	1.789.656	1.953.439
MS	694.317	959.161	1.375.051	1.652.907	1.848.181	2.020.460	2.166.916
MT	3.019.902	3.982.035	5.524.610	5.630.600	5.636.978	5.780.725	5.883.555
PR	50.909	64.819	70.952	79.499	91.831	94.532	96.070
SP	389.653	242.462	402.992	496.431	618.544	646.924	719.162
RO	0	0	0	431	489	453	476
Outros Estados	6.556.036	8.430.823	12.193.814	13.124.500	14.022.214	14.524.257	15.284.031
MA	221.542	434.510	680.550	748.482	816.521	831.302	902.364
TO	76.905	256.767	675.835	914.009	1.018.243	1.089.381	1.171.582
PI	57.711	223.587	617.219	653.375	718.304	718.562	799.638
BA	614.069	771.528	1.433.741	1.627.367	1.629.217	1.669.201	1.843.368
MATOPIBA	970.227	1.686.393	3.407.345	3.943.233	4.182.285	4.308.446	4.716.951
TOTAL	7.526.263	10.117.215	15.601.159	17.067.733	18.204.499	18.832.703	20.000.982

Tabela 1. Área de soja em hectares no bioma Cerrado, por estado e para as regiões Outros Estados e Matopiba, para as safras 2000/01, 2006/07, 2013/14, 2016/17, 2018/19, 2019/20 e 2020/21.

Ao longo das duas últimas décadas a área de soja no bioma Cerrado passou de 7,53 Mha em 2000/01 para 20,00 Mha em 2020/21, aumentando em 12,47 Mha (170%), a uma taxa média anual de 624 mil ha, dos quais 436 mil ha nos Outros Estados e 188 mil ha no Matopiba. A área de soja no Matopiba passou de 0,97 Mha em 2000/01 para 4,72 Mha em 2020/21, correspondendo a um aumento de quase 5 vezes, fazendo com que a participação dessa região na área cultivada com soja no Cerrado passasse de 13% para 24%. Atualmente, o Cerrado representa 52% da área nacional de soja⁶. A Figura 9 ilustra, de forma gráfica, os valores da área de soja para os Outros Estados e para o Matopiba (Tabela 1) incluindo as taxas anuais de expansão em cada um dos períodos apresentados.

6. CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v.8- Safra 2020/21, n.11 - Décimo primeiro levantamento, Brasília, p. 1-108, agosto 2021.

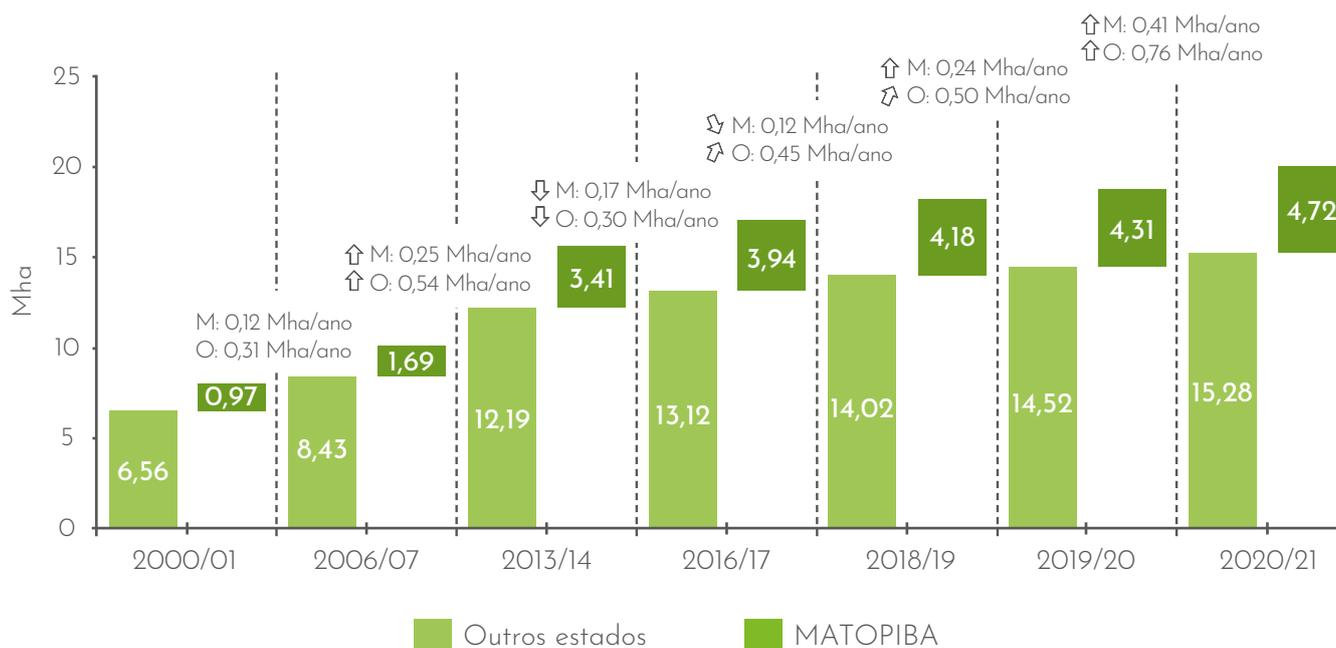


Figura 9. Evolução da área de soja entre as safras 2000/01 e 2020/21 nos Outros Estados e no Matopiba e as taxas anuais de incremento de área cultivada com soja nos 6 intervalos analisados: 2000/01 a 2006/07; 2006/07 a 2013/14; 2013/14 a 2016/17; 2016/17 a 2018/19; 2018/19 a 2019/20 e 2019/20 a 2020/21.

A Tabela 2 apresenta a variação percentual da área cultivada com soja na safra 2020/21 em relação à safra passada. As condições favoráveis de preço da soja em 2020 levaram a uma aceleração da expansão no último ano safra, provocando um incremento na área cultivada com soja de 6,2% (1.168 mil ha) no Cerrado, sendo 5,2% (760 mil ha) nos Outros Estados e 9,5% (408 mil ha) Matopiba. Estes valores estão bem acima da taxa média anual de crescimento observado no Cerrado (625 mil ha), nos Outros Estados (437 mil ha) e no Matopiba (187 mil ha). Para o Cerrado o incremento da área de soja neste último ano foi 85% acima da taxa média anual dos últimos 20 anos.

Cabe destacar que a equipe de analistas de imagens da Agrosatélite teve à disposição um enorme acervo de imagens de satélites que favoreceu a análise criteriosa para a correta identificação e o preciso mapeamento das lavouras de soja na safra 2020/21. As estimativas de área de soja extraídas desse mapeamento apresentam valores superiores aos divulgados pela CONAB para os estados que possuem praticamente toda área de soja no bioma Cerrado. Por exemplo, para os estados de Goiás e Bahia, a Agrosatélite estimou 686 mil ha e 142 mil ha, respectivamente, a mais do que a CONAB. Uma equipe da Agrosatélite realizou um trabalho a campo no estado de Goiás para avaliar a qualidade do mapeamento e não verificou qualquer inconsistência que justificasse uma nova revisão do mapeamento. Com cerca de 700 amostras de uso da terra coletados a campo no estado de Goiás verificou-se uma exatidão global do ma-

peamento de 98,3% para este estado. Portanto, a Agrosatélite está segura de que os resultados das estimativas de área cultivada com soja no Cerrado, apresentados neste relatório, representam de forma fidedigna as lavouras de soja da safra 2020/21. Cabe destacar que o mapa da safra 2016/17, elaborado pela Agrosatélite, seguindo a mesma metodologia do mapa de 2020/21, passou por um processo de validação por terceira parte (Universidade de Maryland), que indicou uma exatidão global do mapeamento para todo o bioma Cerrado de 98,4%.

Estado	2019/20	2020/21	Var. %
	(a)	(b)	(b*100/a)-100
DF	85.447	84.867	-0,7
GO	4.106.060	4.379.545	6,7
MG	1.789.656	1.953.439	9,2
MS	2.020.460	2.166.915	7,2
MT	5.780.725	5.883.555	1,8
PR	94.532	96.070	1,6
SP	646.924	719.162	11,2
RO	453	476	5,1
Outros Estados	14.524.257	15.284.031	5,2
MA	831.302	902.364	8,5
TO	1.089.381	1.171.582	7,5
PI	718.562	799.638	11,3
BA	1.669.201	1.843.368	10,4
MATOPIBA	4.308.446	4.716.951	9,5
TOTAL	18.832.703	20.000.982	6,2

Tabela 2. Variação da área de soja em hectares e em percentual no bioma Cerrado, por estado e para as regiões Outros Estados e Matopiba, para as safras 2019/20 versus 2020/21.

2. Desmatamento no Cerrado

A Figura 10 apresenta as taxas de desmatamento estimadas pelo PRODES-Cerrado de 2001 a 2020 para o bioma Cerrado. As taxas anuais de desmatamento, que eram de aproximadamente 3 Mha/ano no início da 1ª década deste milênio, caíram nos últimos cinco anos a menos de um quarto, para cerca de 0,7 Mha/ano. A redução foi mais acentuada na região dos Outros Estados que respondia, no início do milênio, por dois terços dos desmatamentos do bioma, mas a situação regional se inverteu e, nos últimos anos, o Matopiba passou a responder por dois terços dos desmatamentos, embora represente apenas um terço do território do Cerrado. A Figura 10 apresenta também a área total desmatada no bioma de 2001 a 2020 (29,13 Mha) e nos três períodos analisados no presente estudo. Foram desmatados 15,40 Mha no 1º Período (2001 a 2006), 8,02 Mha no 2º Período (2007 a 2013) e 5,71 Mha no 3º Período (2014 a 2020).

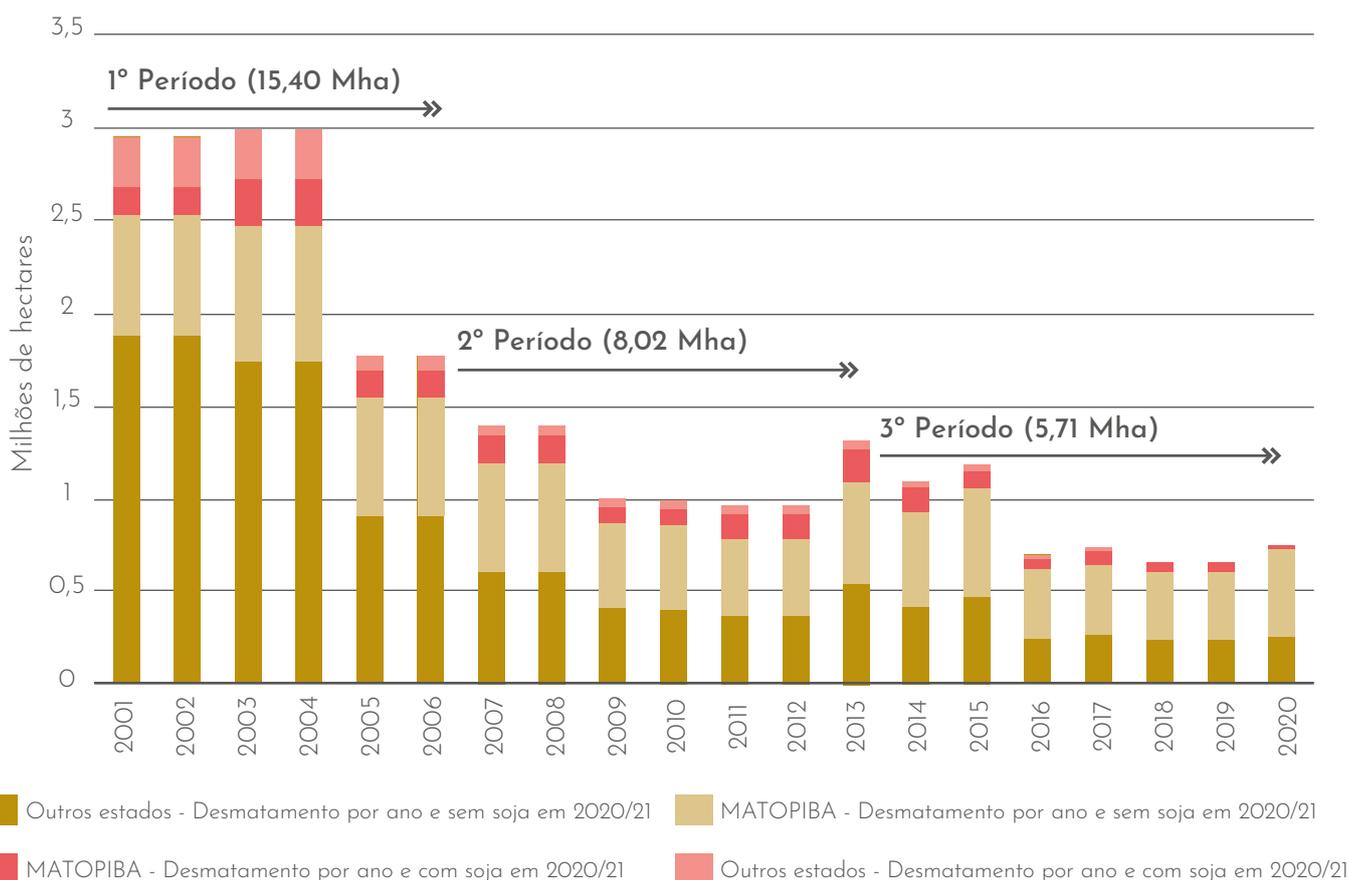


Figura 10. Taxas anuais de desmatamento no bioma Cerrado de 2001 a 2020 (29,13 Mha) e em cada um dos três períodos considerados neste estudo com destaque para a porção anualmente desmatada e convertida para soja com base na safra 2020/21.

2.1 Desmatamento convertido para soja

Da área desmatada no bioma Cerrado de 2001 a 2020 (29,13 Mha; Figura 10), a soja ocupou 4,19 Mha na safra 2020/21. Os números indicam que foram convertidos para a soja, direta ou indiretamente, 14,4% do desmatamento ocorrido nos últimos 20 anos. Dito de outro modo: 85,6% dos desmatamentos não foram ocupados pela soja, mas destinados a outros usos. Significa, portanto, que 79,0% da área de soja da safra 2020/21 no Cerrado – o equivalente a 15,81 Mha – estão livres de desmatamentos ocorridos a partir de 2001.

Se considerarmos apenas os desmatamentos ocorridos após 22 de julho de 2008, data que define as áreas consolidadas segundo o Código Florestal de 2012, verifica-se que a área desmatada no Cerrado foi de 10,92 Mha, da qual 1.466 mil ha (13,4%) foram convertidos direta ou indiretamente para soja (86,6% estão livres de desmatamento pós-2008), sendo que 1.184 mil ha se encontram no Matopiba, o que corresponde a 25,1% da área de soja desta região (74,9% estão livres de desmatamento pós-2008), enquanto que 282 mil ha estão nos Outros Estados, correspondendo a 1,8% da soja plantada nesta região (98,2% estão livres de desmatamento pós-2008). Ou seja, a dinâmica de expansão da soja sobre desmatamentos pós-2008 difere muito entre as duas regiões.



3. Mudança de Uso e Cobertura da Terra Atribuída à Soja

A mudança de uso da terra causada pela dinâmica da expansão da soja no bioma Cerrado foi analisada considerando a seguinte classificação: 1) mudança da cobertura de vegetação nativa para soja, aqui denominada de expansão com desmatamento⁷; 2) mudança de uso da terra para soja, aqui considerada como expansão sem desmatamento⁸; e 3) áreas de retração⁹, constituída de terras em que já se cultivou soja e posteriormente foram destinadas a outros usos, de forma temporária ou permanente.

Essa classificação considera tanto a disponibilidade dos mapeamentos da soja em determinados anos-safra, conforme estudos prévios da Agrosatélite (vide nota de rodapé nº2), quanto o número de anos em cada período analisado. O foco principal dessa análise consiste em avaliar as tendências de expansão da soja com desmatamento ao longo do tempo. A abrangência de cada período analisado deve ser, portanto, longa o suficiente para captar efetivamente a mudança de uso e cobertura da terra ocasionada pela expansão da soja, mas ao mesmo tempo curta o bastante para retratar as variações e tendências no padrão da mudança de uso e cobertura da terra ao longo dos 20 anos safra analisados.

A análise da expansão com desmatamento das áreas de soja em 2020/21 foi realizada por meio da simples intersecção com as bases dos mapas de desmatamento do PRODES-Cerrado¹⁰, adotando o procedimento relatado em Agrosatélite (2018)¹¹.

3.1 Expansão da soja com e sem desmatamento

Para melhor captar a contribuição direta da soja nos desmatamentos ocorridos desde 2001, a análise da expansão da soja com desmatamento foi realizada em três períodos, cada qual com seis (1º período), sete (2º período) e sete (3º período) anos safra, conforme indicado na Figura 10. A definição desses períodos também levou em consideração a disponibilidade de mapas da soja em anos específicos (2000/01 a 2006/07; 2006/07 a 2013/14; e 2013/14 a 2020/21), seguindo a metodologia de estudos prévios da Agrosatélite (2015)¹². Esta análise fracionada em três períodos tem a finalidade de mostrar a tendência de mudança nas taxas de conversão de vegetação nativa para soja na medida em que se avança no tempo.

7. Expansão com desmatamento corresponde à mudança de cobertura da terra ocasionada pelo desmatamento de áreas de vegetação nativa do Cerrado (independentemente da fitofisionomia) no início de cada período, convertidas para soja até o final do mesmo período.

8. Expansão sem desmatamento corresponde à mudança de uso da terra ocasionada pela expansão da soja em áreas com outros usos no início de cada período e que foram convertidas para soja até o final do mesmo período. Por exemplo, área de pastagem convertida para soja consiste na intensificação de uso da terra, situação que ocorre com frequência nos Outros Estados, onde se encontram muitas áreas de pastagens com aptidão agrícola para soja. Exemplos de outros usos no início de cada período são os seguintes: a) áreas em rotação com culturas anuais (p.ex. algodão e milho 1ª safra); b) áreas em pousio; e c) áreas de cana-de-açúcar em processo de renovação ou conversão para soja.

9. Retração são as áreas de soja no início de cada período que passaram para outros usos no final do período. Trata-se, por exemplo, de a) áreas em rotação com outras culturas anuais (como algodão e milho 1ª safra); b) áreas em pousio; c) áreas que voltaram a ser cana-de-açúcar por conta do processo de renovação dos canaviais; e d) áreas que efetivamente deixaram de ser soja por questão de abandono ou mudança de uso propriamente dita, como ocorreu na primeira década deste milênio por conta da larga expansão da cana-de-açúcar na região Centro-Sul (<https://www.mdpi.com/2072-4292/2/1/290>).

10. O PRODES, realizado anualmente, mapeia os desmatamentos que ocorrem de agosto do ano anterior a julho do ano corrente. O PRODES-2014, por exemplo, mapeia os desmatamentos ocorridos de agosto de 2013 a julho de 2014.

11. Relatório disponível para consulta pública em: <https://agrosatelite.com.br/cases/#expansao-agricola>.

12. Relatório disponível para consulta pública em: <https://agrosatelite.com.br/cases/#expansao-agricola>.

A soma dos desmatamentos convertidos para soja nos três períodos (Figura 11) foi de 3,25 Mha, indicando que 77,6% da área desmatada após 2001 e convertida para soja (4,19 Mha; Figura 10) foi contabilizada na análise fracionada. Isso sugere que o número de anos de cada período representa adequadamente o tempo envolvido no processo de conversão de desmatamento para soja. Os desmatamentos que levam mais tempo para serem convertidos para soja, passando por usos da terra transitórios (pastagem, por exemplo), passam a ser contabilizados como expansão sem desmatamento.

Ao analisarmos os três períodos apresentados na Figura 11, observamos que o percentual da expansão de soja com desmatamento no bioma Cerrado vem caindo. Mesmo no Matopiba, onde a expansão da soja com desmatamento foi bastante significativa nos dois primeiros períodos (39,6% de 2000/01 a 2006/07 e 33,0% de 2006/07 a 2013/14; Figura 11), houve uma queda expressiva no período de 2013/14 a 2020/21 (10,5%; Figura 11).

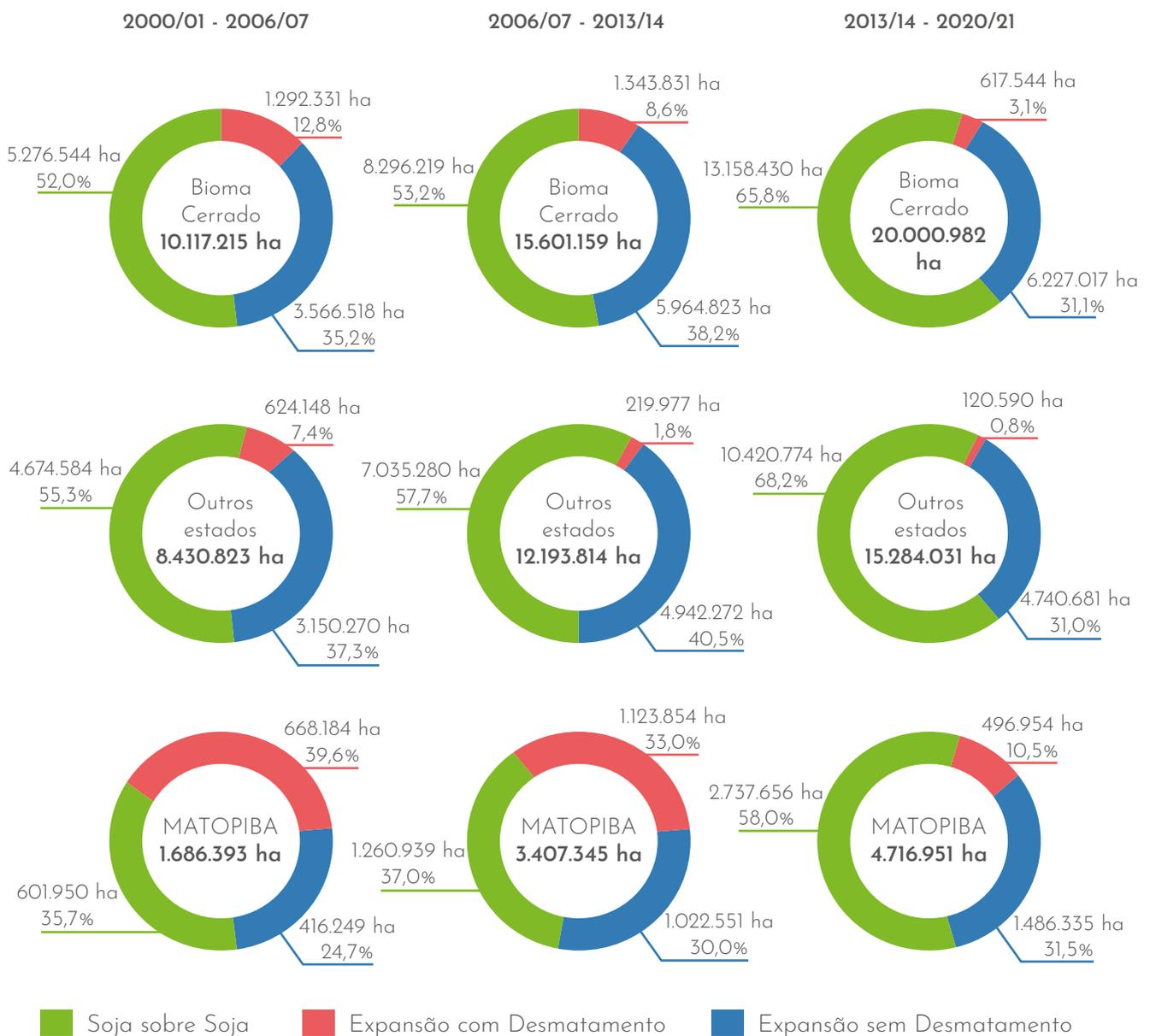


Figura 11. Expansão da área de soja com e sem desmatamento no bioma Cerrado, nos Outros Estados e no Matopiba em três períodos: 2000/01 a 2006/07; 2006/07 a 2013/14; e 2013/14 a 2020/21.

Observação: Soja sobre soja é a área total de soja (interior do círculo) que permanece como soja no período seguinte. A diferença entre a área total de soja e a soja sobre soja do período seguinte é a área que deixou de ser soja (retração; vide barras em cinza na Figura 13 ou Figura 16).

Enquanto a Figura 11 apresenta os valores da área de soja que expandiu com e sem desmatamento em cada período analisado, a Figura 12 apresenta o total desmatado no Cerrado de 2014 a 2020 e a parcela dessa área com soja na safra 2020/21. Nesse período, no qual as taxas de desmatamento caíram em relação aos dois períodos anteriores, a parcela do desmatamento convertido para soja no bioma também foi a menor (617 mil ha, o equivalente a 10,6%; Figura 12b). Nos Outros Estados, a área desmatada foi de 2,24 Mha com 121 mil ha (5,4%; Figura 12c) convertidos para soja. No Matopiba foram desmatados 3,57 Mha, sendo que 497 mil ha (13,9%; Figura 12d) acabaram convertidos para soja. Cabe ressaltar que uma parcela dos desmatamentos ocorridos de 2014 a 2020 ainda pode ser convertida para soja em safras futuras, aumentando a área de soja sobre desmatamentos mais recentes.

Dentre os estados que compõem o Matopiba, o Tocantins apresentou a maior área de soja sobre desmatamentos no período de 2014 a 2020 (147 mil ha), seguido do Maranhão (130 mil ha), Bahia (118 mil ha) e Piauí (101 mil ha) conforme ilustra a Figura 12a. Destaca-se que o Tocantins também é recordista em desmatamentos totais neste mesmo período, alcançando a marca de 1,33 Mha, seguida pelo Maranhão com 1,10 Mha desmatados (Figura 12a). Na região dos Outros Estados, a maior área de soja sobre desmatamentos coube ao Mato Grosso (55 mil ha), seguido de Goiás (35 mil ha). Esses estados representam, juntos, 74,3% da área de soja sobre desmatamentos nesta região (Figura 12a).



Figura 12. Área desmatada no período 2014 a 2020 (PRODES-Cerrado/INPE) com e sem conversão para soja, com base na safra 2020/21 para: a) estados em sua porção contida no Cerrado; b) bioma Cerrado; c) Outros Estados; d) e Matopiba.

3.2 Mudança de uso e cobertura da terra de 2000/01 a 2020/21

A Figura 13 apresenta o resultado da dinâmica da mudança de uso e cobertura da terra no processo de expansão e retração da soja nos Outros Estados e no Matopiba, tanto para o período de 7 anos, entre as safras 2013/14 e 2020/21 (resultado desse estudo), quanto para dois períodos anteriores - de 6 anos entre as safras 2000/01 e 2006/07 e de 7 anos entre as safras 2006/07 e 2013/14 (Agrosatélite, 2015; 2018)¹³.

A presença relativa da soja no Matopiba é significativamente inferior à dos Outros Estados, mas vem crescendo ao longo do tempo. Conforme visto anteriormente (item 1.1), a participação da região na área dedicada à sojicultura no bioma Cerrado saiu de 13% em 2000/01 para 24% em 2020/21. Apesar desse crescimento, a taxa média de conversão de vegetação nativa para soja, que chegou a 161 mil ha/ano de 2006/07 a 2013/14, caiu para 71 mil ha/ano no período mais recente (2013/14 a 2020/21). Já nos Outros Estados a taxa média de conversão de vegetação nativa para soja vem caindo gradativamente, chegando a 17 mil ha/ano no período mais recente (Figura 13).

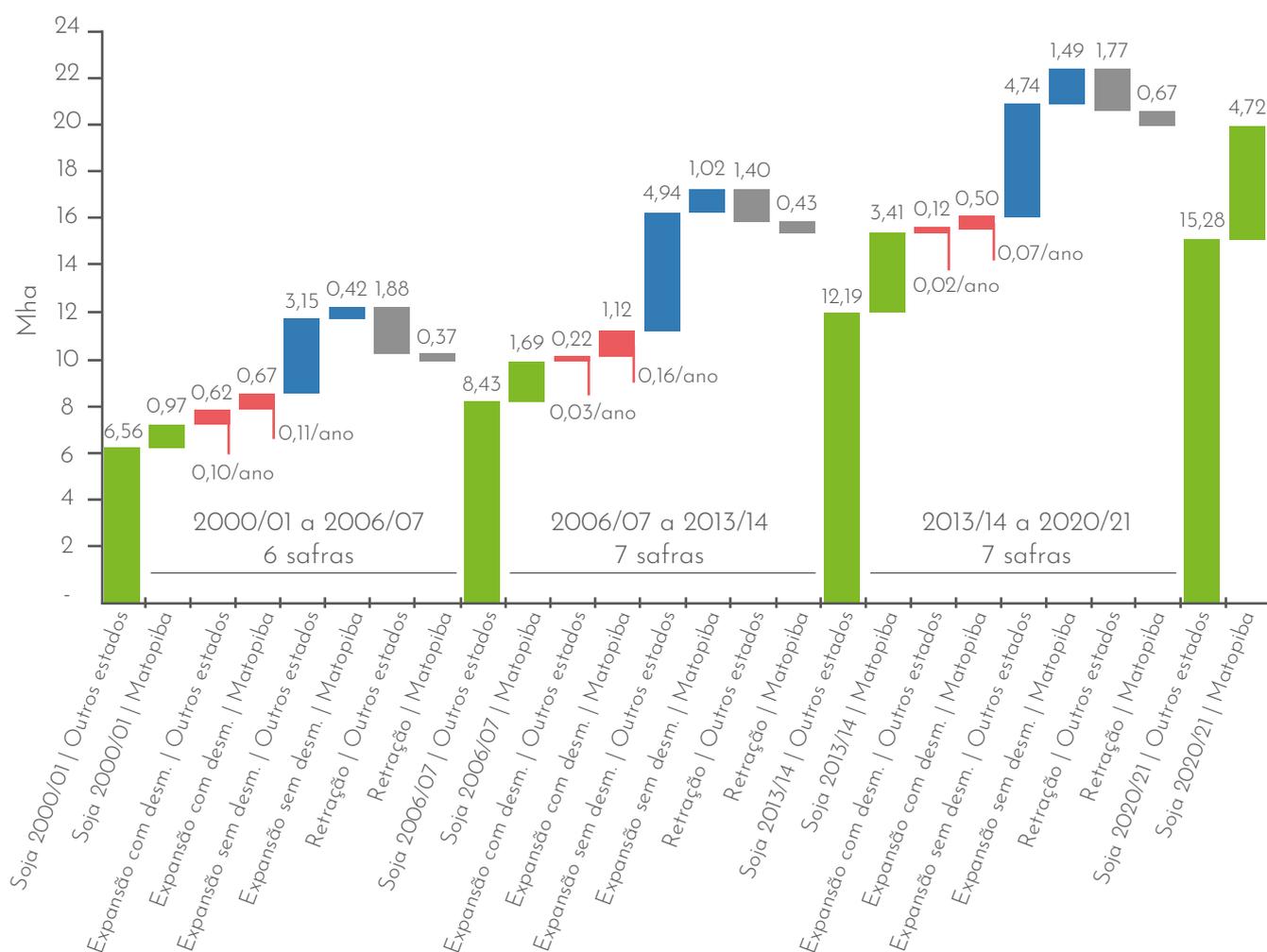


Figura 13. Mudança de uso e cobertura da terra envolvida no processo de expansão e retração da soja nos Outros Estados e no Matopiba em três períodos: 1º de 2000/01 a 2006/07; 2º de 2006/07 a 2013/14; e 3º de 2013/14 a 2020/21. Na parte inferior das barras de expansão com desmatamento (vermelho) está o valor da taxa anual de conversão de vegetação nativa para soja.

13. Relatório disponível para consulta pública em: <https://agrosatelite.com.br/cases/#expansao-agricola>

3.3 Detalhamento da dinâmica de expansão e retração | 2013/14 a 2020/21

As Figuras 14 e 15 apresentam recortes de duas porções distintas em termos de dinâmica de expansão da soja no bioma Cerrado, visando ilustrar tanto a distribuição espacial da área cultivada com soja quanto as expansões de soja com e sem desmatamento, além daquelas que sofreram retração no período de 2013/14 a 2020/21¹⁴. Nessas figuras, a expansão de soja sem desmatamento sobre pastagem, pousio e outros está em azul sem hachura – e em azul com hachura quando a expansão se dá sobre milho ou algodão 1ª safra ou cana. Já a soja que sofreu retração está em cinza sem hachura quando passou para pousio ou outros usos, e com hachura quando rotacionou com milho ou algodão 1ª safra ou cana.

De 2013/14 a 2020/21, a expansão líquida da soja foi de 4,40 Mha – a expansão total foi bem maior, de 6,85 Mha, em função da dinâmica do cultivo da soja, na qual uma parcela das lavouras pode rotacionar com culturas agrícolas (milho e algodão 1ª safra e reforma de cana) ou ser colocada em pousio (vide nota de rodapé nº 9 e Figuras 14 e 15). Da mesma forma, áreas anteriormente cultivadas com milho e algodão 1ª safra, cana ou que estavam em pousio podem passar a ser ocupadas pela soja. A dinâmica de expansão da área de soja consiste, assim, tanto da incorporação ao sistema produtivo de áreas provenientes da conversão de vegetação nativa ou da intensificação de uso da terra por meio da conversão de pastagens, quanto da prática de manejo agrícola com rotação de culturas agrícolas ou pousio.

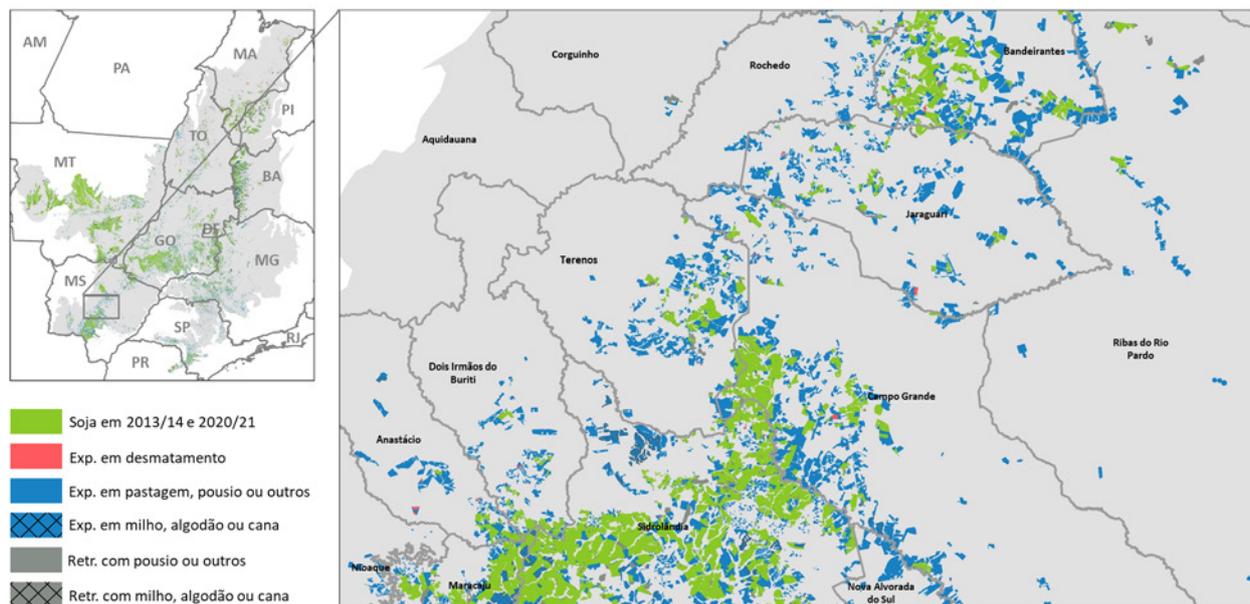


Figura 14. Dinâmica territorial da soja de 2013/14 a 2020/21 na região central de Mato Grosso do Sul, próximo à capital Campo Grande, que concentra grandes extensões de pastagem com alta aptidão agrícola para soja e que nos últimos anos vem experimentando uma crescente conversão para a soja. É o que torna o Mato Grosso do Sul o segundo estado do bioma Cerrado com maior área de expansão de soja nos últimos anos, juntamente com Goiás.

14. Para quantificar a dinâmica da expansão-retração da soja foram utilizadas imagens de satélite para avaliar a área de soja da safra 2020/21 que expandiu sem desmatamento em 2013/14, separando-as em: a) culturas agrícolas (milho e algodão 1ª safra e cana); b) pousio ou outros usos; e c) pastagem (Áreas de Pastagens do Brasil, 2014, base LAPIG/MapBiomas). Ainda com base nas imagens de satélite, foi avaliada a área de soja da safra 2013/14 que sofreu retração devida à rotação de culturas ou então deixou de ser cultivada com soja na safra 2020/21 (pousio ou outros usos).

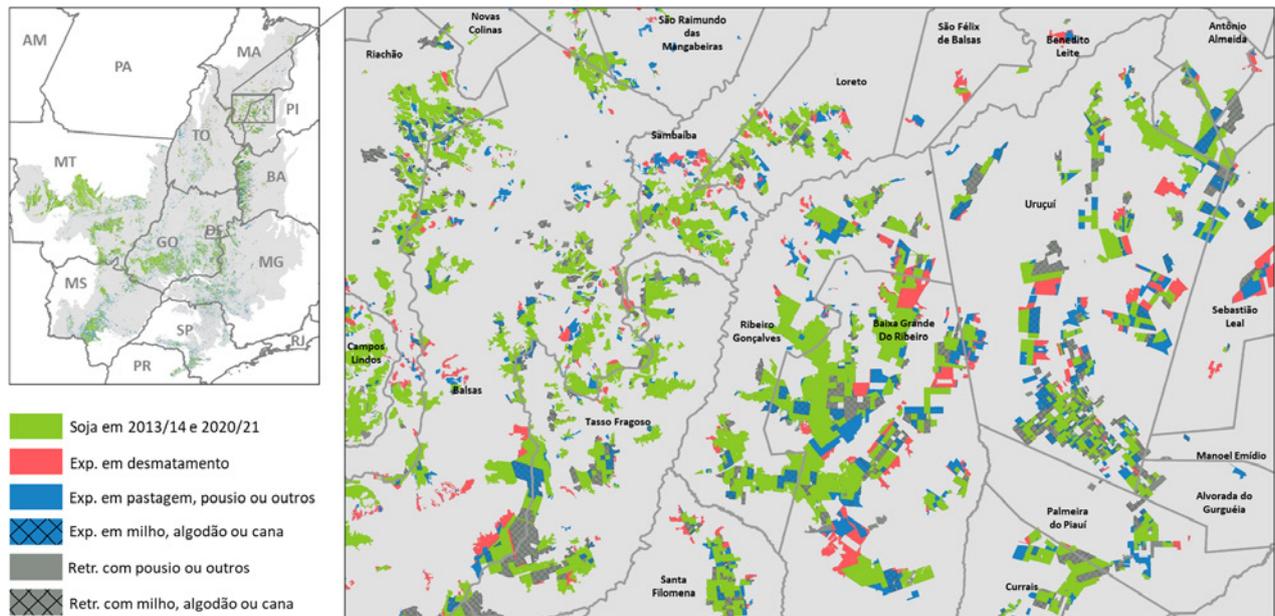


Figura 15. Dinâmica territorial da soja de 2013/14 a 2020/21 no Sul do Maranhão e do Piauí. Essa região se situa na porção mais recente da fronteira agrícola nacional, onde a expansão com desmatamento se faz mais presente no bioma Cerrado e na qual também se cultiva milho e algodão primeira safra, que rotacionam com a soja.

O resultado do detalhamento dessa análise é apresentado na Figura 16, ilustrando as transições de uso e cobertura da terra associadas à dinâmica da soja nos Outros Estados e no Matopiba.

Nos Outros Estados, a expansão líquida da área de soja foi de 3,08 Mha, que representam 70,0% da expansão da soja no bioma Cerrado no período, dos quais:

- 1,98 Mha expandiu sobre lavouras que estavam em pousio;
- 1,48 Mha expandiu sobre pastagens (intensificação);
- 1,29 Mha expandiu sobre culturas anuais (milho e algodão 1ª safra e cana);
- 0,12 Mha expandiu com desmatamento.

Outros 1,77 Mha cultivados com soja em 2013/14 passaram para a condição de pousio (1,11 Mha) ou foram cultivados com milho, algodão ou cana (0,66 Mha) em 2020/21 (Figura 16; Outros Estados).

No Matopiba, a expansão líquida da área de soja foi de 1,32 Mha, que representa 30,0% da expansão da soja do período no bioma Cerrado, dos quais:

- 0,69 Mha expandiu sobre lavouras que estavam em pousio;
- 0,26 Mha expandiu sobre pastagens (intensificação);
- 0,53 Mha expandiu sobre culturas anuais (milho e algodão 1ª safra e cana);
- 0,50 Mha expandiu com desmatamento.

Outros 0,67 Mha cultivados com soja em 2013/14 passaram para a condição de pousio (0,21 Mha) ou foram cultivados com milho, algodão ou cana (0,46 Mha) em 2020/21 (Figura 16; Matopiba).

Nota-se que nas duas regiões, uma parcela significativa da expansão da área de soja se deu sobre lavouras que estavam em pousio na safra 2013/14. A expansão sobre culturas anuais se deve, em parte, à rotação da soja com milho 1ª safra – um manejo ainda muito comum especialmente em algumas regiões de Goiás e Minas Gerais – ou por ocasião da reforma dos canaviais que rotacionam com soja ou mesmo pela substituição de canaviais por lavouras de soja que tem proporcionado maior rentabilidade (Projeto Canasat/Agrosatélite)¹⁵. Outro ponto na questão da rotação de culturas, é a substituição em anos recentes das lavouras de algodão de 1ª safra por soja em boa parte do Mato Grosso. Ainda na região dos Outros Estados, a expansão sobre pastagens é bem mais evidente devido aos consideráveis estoques de pastagens com aptidão agrícola. Já no Matopiba, região localizada na mais recente fronteira agrícola do Brasil, na qual o processo de consolidação da agricultura está em pleno curso e onde os estoques de terras abertas com aptidão agrícola são relativamente escassos, a soja com conversão de vegetação nativa responde por 10,5% (0,50 Mha) da área de soja, contra 0,8% (0,12 Mha) na região dos Outros Estados que é mais consolidada possuindo amplos estoques de terras antropizadas com aptidão agrícola para soja.

A contribuição da conversão de pastagens na expansão da soja foi mais relevante nos Outros Estados (1,48 Mha) do que no Matopiba (0,26 Mha) num total de 1,74 Mha no bioma Cerrado neste período mais recente.

Uma análise com base nos dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) revelou que 95% (19,07 Mha) da área de soja da safra 2020/21 foi cultivada em imóveis com CAR (90 mil imóveis considerando área mínima de 10 ha de soja), enquanto os 5% restantes (0,93 Mha) foi cultivada em imóveis sem CAR.

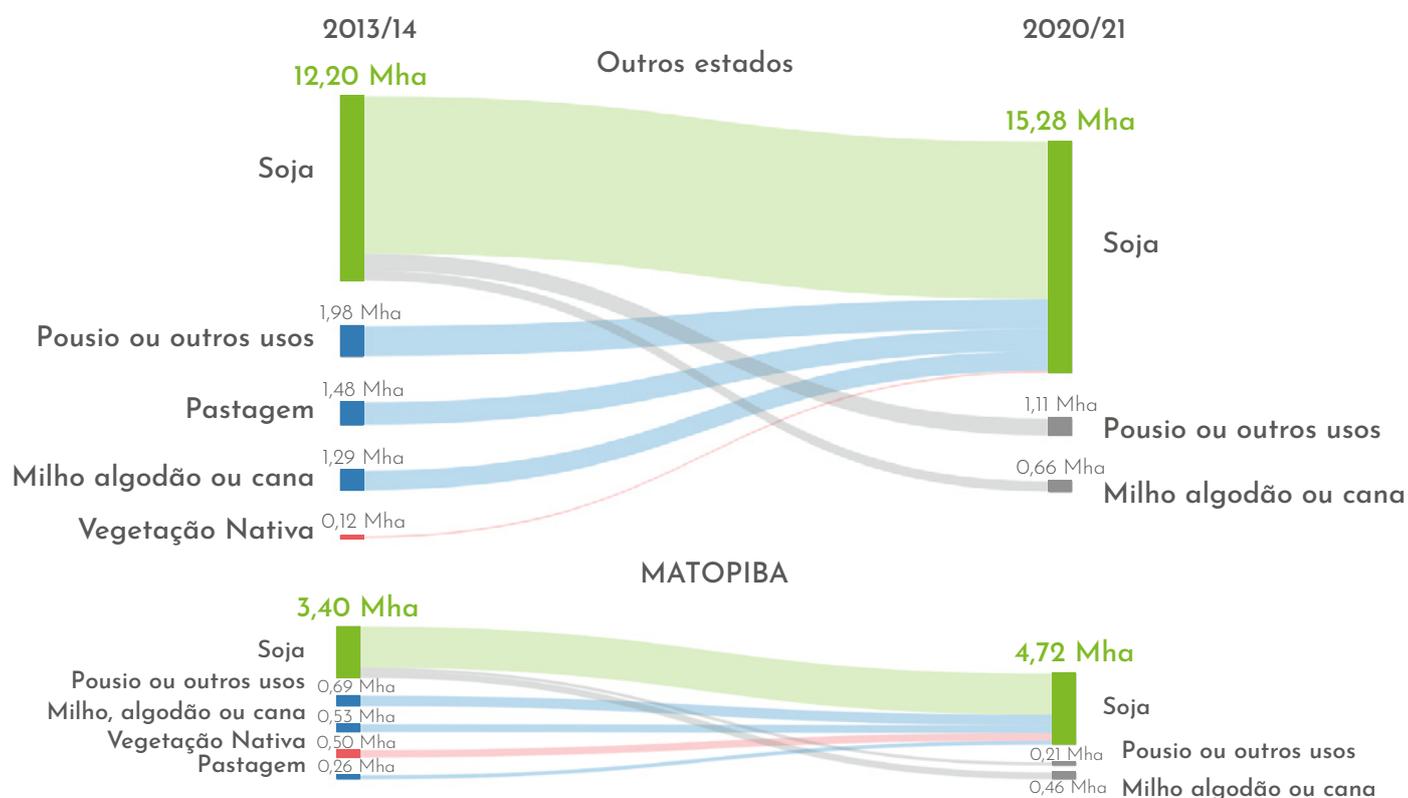


Figura 16. Diagrama de Sankey, ilustrando a área de soja das safras 2013/14 e 2020/21, juntamente com as transições de uso e cobertura da terra que ocorreram no período para os Outros Estados e para o Matopiba.

15. Projeto descrito e comentado em: <https://agrosatelite.com.br/cases/#canasat>.

4. Considerações finais e recomendações

Neste último ano safra foi observado o maior incremento anual de área plantada com soja no Cerrado (1.168 ha), estando 85% acima da taxa média anual das duas últimas décadas, atingindo uma área total cultivada em 20,0 milhões de hectares que cobrem 9,8% do território do bioma Cerrado.

A dinâmica da mudança de uso da terra associada à sojicultura difere significativamente entre os Outros Estados e o Matopiba, particularmente no que se refere à conversão de vegetação nativa. Nos Outros Estados, a soja associada à conversão de vegetação nativa no período mais recente de 2013/14 a 2020/21 representa apenas 0,8% (121 mil ha) da área de soja da safra 2020/21; ao passo que no Matopiba ela representa 10,5% (497 mil ha) e para o Cerrado como um todo 3,1% (617 mil ha).

É possível verificar um processo de desaceleração na tendência de conversão de vegetação nativa de Cerrado mais recentemente ao compararmos dois períodos iguais de sete safras. Enquanto que a taxa média de conversão chegou a 161 mil ha/ano de 2006/07 a 2013/14, reduziu para 71 mil ha/ano de 2013/14 a 2020/21.



www.agrosatelite.com.br



www.abiove.org.br

