



Monitoramento da Moratória da Soja por imagens de satélites: Material Suplementar



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	04
Histórico do monitoramento	04
PRODES - Desflorestamento na Amazônia	05
Medidas de mitigação do desflorestamento na Amazônia	06
METODOLOGIA DO MONITORAMENTO DA SOJA EM DESFLORESTAMENTOS	08
Seleção dos municípios produtores de soja	08
Desflorestamentos do PRODES na área de estudo	10
Identificação da soja em não-conformidade nas imagens de satélite	13
Seleção das Imagens de Satélite	13
Análise das Imagens	15
Elaboração da lista das propriedades rurais com soja em não-conformidade	17
Contestação de Produtores	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
ANEXO 1	21
Metodologia de identificação das lavouras de soja com auxílio das imagens MODIS realizado de 2013/14 a 2018/19	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.

Taxas de desflorestamento do PRODES/INPE (km²/ano) para a Amazônia Legal de 1988 a 2021..... 6

Figura 2.

Mapa das lavouras de soja no bioma Amazônia destacando os 116 municípios com mais de 5.000 ha de soja na safra 2021/22.....8

Figura 3.

Indicação da área monitorada (hachurada) nos 116 municípios produtores de soja..... 9

Figura 4.

Taxas de desflorestamento do PRODES (km²/ano) nos 116 municípios monitorados, na safra 2021/22, na porção contida no bioma Amazônia, com destaque para os anos anteriores e posteriores à Moratória da Soja.....11

Figura 5.

Exemplo da agregação de polígonos adjacentes do PRODES mapeados entre 2009 e 2021 formando polígonos ≥25 ha (cinza escuro e contorno vermelho) que são monitorados. Os polígonos em cinza claro não foram monitorados por terem área <25 ha.....12

Figura 6.

Área desflorestada (PRODES 2009 a 2021) no período da Moratória: a) no bioma Amazônia; b) nos 116 municípios selecionados na safra 2021/22; e c) nas propriedades rurais.....13

Figura 7.

Satélites de sensoriamento remoto utilizados na aquisição de imagens para identificação das lavouras de soja em não conformidade com a Moratória da Soja.....13

Figura 8.

Exemplo do uso da série temporal de imagens MODIS para confirmação da presença de soja em desflorestamento ocorrido no período da Moratória.....15

Figura 9.

Esquema ilustrativo da regra da Moratória da Soja.....16

Figura A1.

Exemplo da variação temporal dos valores de EVI para: soja precoce; soja tardia - de acordo com o calendário agrícola do MT; floresta; regeneração florestal; e Cerrado/pastagem. Também são indicados os períodos em que os valores mínimos (MinEVI) e máximos (MaxEVI) do EVI são obtidos para cálculo do CEI. Além disso, são apresentados os valores aproximados de CEI para os alvos apresentados no gráfico..... 22

Figura A2.

Sequência de identificação e mapeamento das lavouras de soja em imagens de satélites nos polígonos de desflorestamentos: a) imagem CEI obtida a partir de imagens EVI/MODIS; b) imagem OLI/Landsat-8 de 13 de janeiro de 2019; c) detalhe da imagem CEI identificando as áreas com e sem presença de lavoura temporária; d) detalhe da imagem OLI/Landsat-8 confirmando a presença de soja em todo polígono desflorestado numa área de 721 ha..... 23

Introdução

A Moratória da Soja é um acordo estabelecido pela sociedade civil e empresas signatárias de não adquirir nem financiar soja de fazendas com lavouras de soja em áreas desflorestadas após 22 de julho de 2008 no bioma Amazônia. O acordo tem por objetivo eliminar grande parte do desflorestamento associado à produção de soja, uma vez que os signatários respondem por quase toda a comercialização da oleaginosa produzida no bioma.

A iniciativa vem se mostrando extremamente eficaz, pois não impediu o desenvolvimento da atividade econômica da sojicultura no bioma, mas mitigou o avanço da soja sobre novos desflorestamentos por meio da priorização do uso dos amplos estoques de terras já abertas no período que antecedeu a Moratória.

A definição das regras e os critérios que regem o acordo se dá por meio do Grupo de Trabalho da Soja (GTS) constituído pelas empresas associadas à ABIOVE e à ANEC, governo e organizações da sociedade civil. Anualmente o GTS avalia tanto os resultados do monitoramento da soja via imagens de satélite, realizado pela Agrosatélite, quanto a auditoria das compras de soja livre de desflorestamento junto às empresas, realizada sob a coordenação do Imaflora.

O presente relatório tem por finalidade detalhar os aspectos metodológicos envolvidos no monitoramento, por imagens de satélite, das fazendas com lavouras de soja em desflorestamentos ocorridos pós-Moratória.

Histórico do monitoramento

A Moratória da Soja foi instituída em 24 de julho de 2006 e permaneceu como data de referência de desflorestamento-zero para os signatários do acordo até a safra 2013/14. Com a entrada em vigor do Código Florestal de 2012, que define a data de 22 de julho de 2008 para estabelecer a área rural consolidada, o GTS acordou em adotar essa mesma data como novo marco da Moratória, entrando em vigor a partir da safra 2014/15.

No primeiro ano safra de vigência da Moratória (2007/08) não foi realizada uma avaliação da área de soja em não-conformidade, uma vez que não seria viável derrubar a floresta após 24 de julho de 2006 e logo em seguida realizar o plantio de soja em setembro ou outubro do mesmo ano. No segundo ano safra

(2008/09) foram obtidas amostras em algumas regiões do Mato Grosso, mas não foram identificadas lavouras de soja em não-conformidade. Foi a partir do 3º ano da Moratória (2009/10) que os levantamentos foram realizados de forma ampla, combinando o uso de imagens de satélites com sobrevôos que realizavam o registro em fotografias aéreas panorâmicas. Isto durou até a safra 2012/13 (6º ano), pois com a crescente expansão da soja no bioma Amazônia e o aumento dos desflorestamentos acumulados desde o início da Moratória, somado à dificuldade logística de realizar os sobrevôos na região amazônica, optou-se por não mais realizar os sobrevôos a partir da safra 2013/14, visto que a análise das imagens de satélites de sensoriamento remoto estavam proporcionando resultados de elevada qualidade para a finalidade da Moratória, mesmo diante da complexidade envolvida na identificação das lavouras de soja da região amazônica nas imagens.

A partir da safra 2014/15 foi adotado o novo marco de 22 de julho de 2008 como referência de desflorestamento-zero e o monitoramento da soja em desflorestamentos foi atualizado nas safras 2012/13 e 2013/14 para esse novo marco, dispondo-se atualmente de uma série de 10 anos de monitoramento (2012/13 a 2021/22) com base no marco de 22 de julho de 2008.

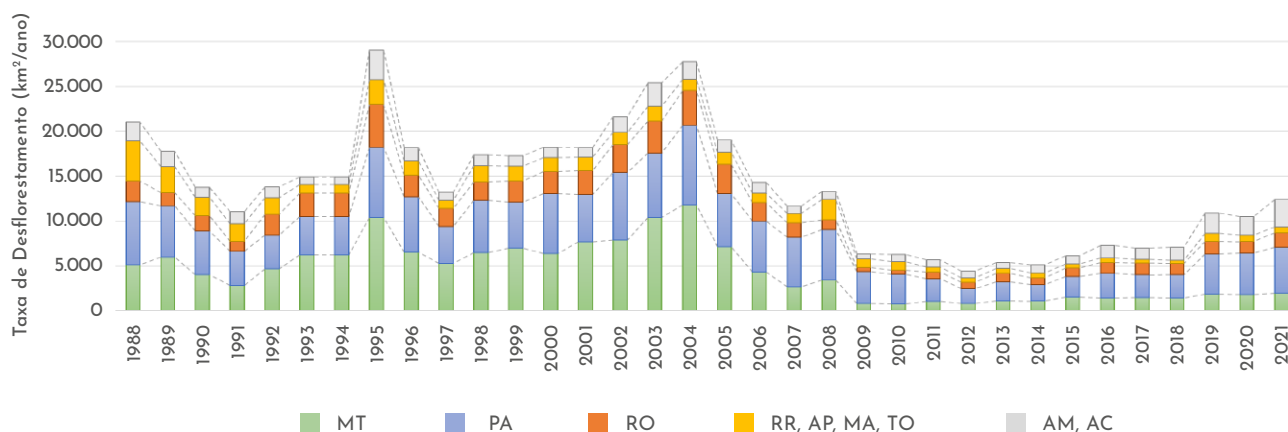
PRODES - Desflorestamento na Amazônia

O mapeamento dos desflorestamentos na região amazônica teve início em 1978 e foi realizado com base nas imagens adquiridas pelos três primeiros satélites, do pioneiro programa da NASA para observação da Terra, denominado Landsat. Nesta época, a questão dos crescentes desflorestamentos na Amazônia já era considerada um problema ambiental grave sendo que essa primeira avaliação dos desmatamentos ocorridos na região entre 1975 e 1978 acabou resultando numa CPI.

Considerando a relevância do monitoramento da floresta amazônica, o governo brasileiro instituiu em 1988 o Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) que desde então vem mapeando, anualmente, os desflorestamentos na Amazônia Legal (Figura 1) e ao mesmo tempo implementando inovações em função dos avanços tecnológicos, tanto na questão da qualidade das imagens disponíveis para o mapeamento quanto no procedimento de análise dessas imagens. A série histórica dos desflorestamentos desde 1988 se encontra disponível apenas para a Amazônia Legal e desde 2002, em formato shapefile, para o bioma Amazônia.

Figura 1

Taxas de desflorestamento do PRODES/INPE (km²/ano) para a Amazônia Legal de 1988 a 2021.



Fonte: Adaptado de INPE (terrabrasilis.dpi.inpe.br). O ano do PRODES se refere ao desflorestamento ocorrido entre 01/08 e 31/07 do ano seguinte.

O mapeamento dos desflorestamentos realizado pelo PRODES é feito por analistas utilizando técnicas de interpretação visual e área mínima de mapeamento de 6,25 ha. Além disso, a análise se restringe aos desflorestamentos ocorridos em fitofisionomias de formação florestal, definida com base em imagens de 1988, visando excluir as áreas com vegetação savânica. Outro ponto a ser mencionado é que o PRODES mapeia, essencialmente, os desflorestamentos ocorridos em floresta primária ou aqueles em que a floresta secundária não se diferencia da floresta secundária nas imagens de satélite de 1988. Portanto, não são monitoradas as áreas de floresta secundária regeneradas no período do PRODES e que, eventualmente, foram desflorestadas no período da Moratória.

Medidas de mitigação do desflorestamento na Amazônia

Se na década de 1970 a cobertura florestal na Amazônia já havia diminuído em 5%, os dados do PRODES apontam que na década de 2020 chegaremos ao nível crítico de 20%, portanto, medidas que possam mitigar novos desflorestamentos são necessárias por questões climáticas e de biodiversidade, além de oportunas visto que o Brasil possui amplos estoques de terras abertas e subutilizadas.

Nos primeiros anos da década de 2000 houve uma significativa escalada nas taxas de desflorestamento (Figura 1) apontada, pelo Greenpeace, como sendo, em grande parte, de responsabilidade da indústria da soja presente no bioma Amazônia (Eating up the Amazon) culminando com uma campanha realizada na Europa para sensibilizar os consumidores de produtos derivados da soja, alegando sua relação direta com os desflorestamentos da maior floresta tropical do mundo: a Amazônia.

No intuito de iniciar um processo de desassociação da produção de soja dos desflorestamentos ocorridos na Amazônia é que surgiu a iniciativa inédita, denominada Moratória da Soja. Ela reúne, tanto organizações não governamentais e governo empenhados com a preservação do meio ambiente quanto a indústria da soja que almeja a produção sustentável demandada pelos consumidores, em torno de um mesmo objetivo: eliminar a pegada da soja dos desflorestamentos no bioma Amazônia.

Metodologia do Monitoramento da Soja em Desflorestamentos

Seleção dos municípios produtores de soja

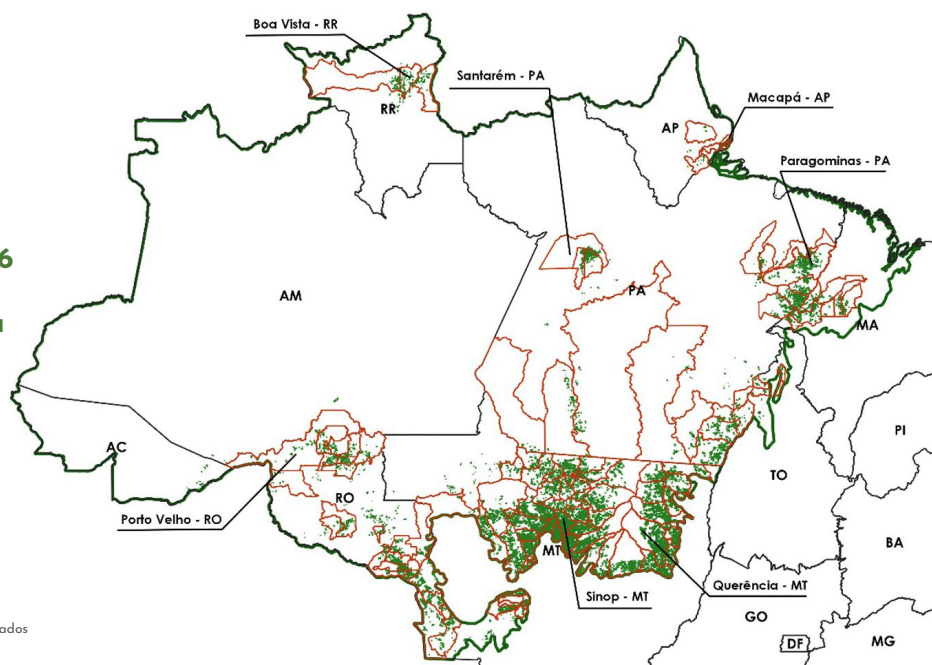
A área de estudo a que se refere a Moratória da Soja se restringe ao bioma Amazônia e compreende as propriedades rurais particulares situadas em municípios que cultivam mais do que 5.000 ha de soja. Os municípios são selecionados com base no mapeamento da soja realizado por meio de imagens de satélite para todo o bioma Amazônia¹ conforme ilustrado na Figura 2 na qual são destacados os 116 municípios com mais de 5.000 ha de soja na safra 2021/22 e que representam 98% da soja cultivada no bioma.

Figura 2

Mapa das lavouras de soja no bioma Amazônia destacando os 116 municípios com mais de 5.000 ha de soja na safra 2021/22.

Legenda

- Limite bioma Amazônia
- Limites Estaduais
- Limite dos Municípios Selecionados
- Soja 2021/22

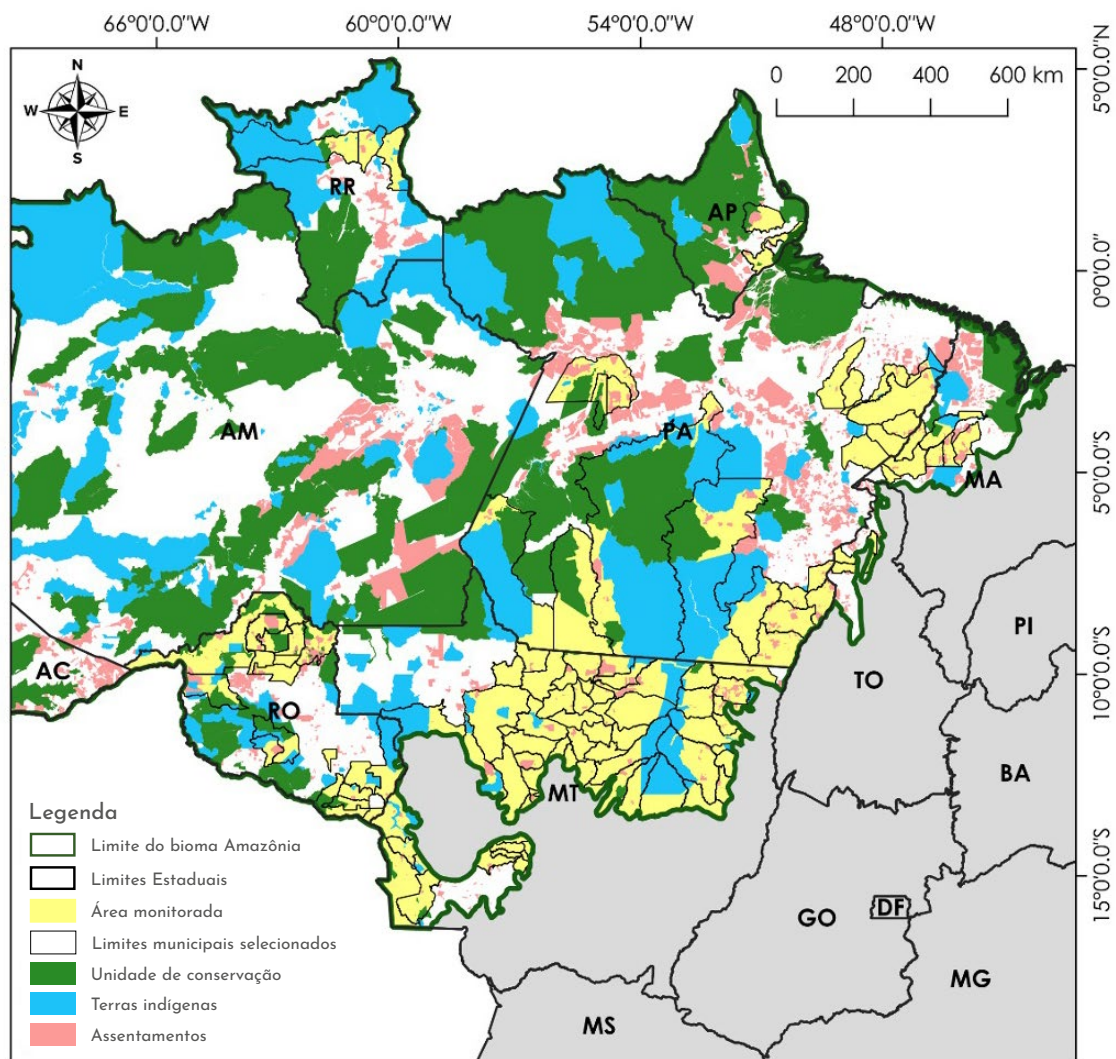


1. Nos primeiros anos da Moratória os municípios foram selecionados com base na área plantada com soja informada pelo IBGE. Desde a safra 2019/20 faz parte do monitoramento da Moratória o mapeamento da soja por imagens de satélites para todo o bioma Amazônia. Com a tendência da expansão da soja no bioma cresce a cada ano o número de municípios com mais de 5.000 ha, por isso a importância de se fazer o mapeamento da soja a cada nova safra.

A definição da área de estudo também está apoiada em bases de dados georreferenciadas das seguintes instituições: Agrosatélite, Fundação Nacional do Índio (FUNAI), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Nos municípios selecionados são excluídas da análise as áreas especiais: a) Terras Indígenas e Quilombolas; b) Assentamentos; e c) Unidades de Conservação, uma vez que a Moratória se restringe às propriedades privadas. Na Figura 3 a área em amarelo indica a porção dos municípios em que os desflorestamentos ocorridos no período da Moratória são monitorados. Qualquer lavoura de soja encontrada nestes desflorestamentos estará em não-conformidade com a Moratória.

Figura 3

Indicação da área monitorada (em amarelo) nos 116 municípios produtores de soja.



O limite do bioma Amazônia, disponibilizado pelo IBGE, utilizado na Moratória da Soja data de 2003 com escala de 1:5.000.000. Sobre este limite vem sendo feitas as análises para identificação de soja em desmatamentos nas propriedades rurais. Um novo limite do bioma Amazônia foi lançado pelo IBGE em 2019 na escala de 1:250.000. Com isso, algumas propriedades rurais saíram do bioma enquanto outras entraram, trazendo uma série de implicações que precisam ser consideradas pelo GTS para que se possa adotar o novo limite do bioma Amazônia no monitoramento da soja².

Para finalizar a definição da área de estudo cabe destacar que os desflorestamentos anuais mapeados pelo PRODES são o subsídio básico para a identificação da soja em não-conformidade por meio do monitoramento dos desflorestamentos ocorridos a partir do marco estabelecido pela Moratória. De forma resumida, a área de estudo consiste nos desflorestamentos mapeados pelo PRODES desde o novo marco da Moratória em propriedades rurais situadas nos municípios com mais de 5.000 ha de soja na safra corrente dentro da porção contida no bioma Amazônia.

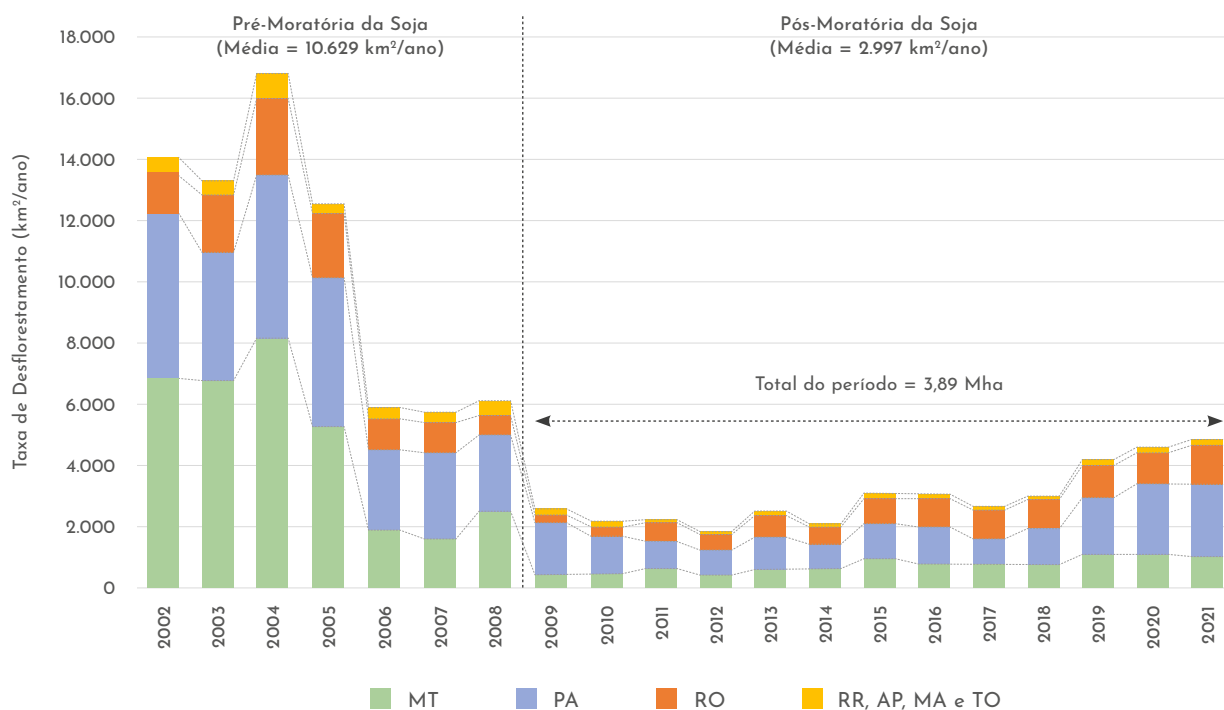
Desflorestamentos do PRODES na área de estudo

A Figura 4 apresenta os desflorestamentos do PRODES para o período 2002 a 2021 nos 116 municípios contidos integralmente ou parcialmente no bioma Amazônia e que foram selecionados para serem monitorados na safra 2021/22. Com a criação do PPCDAm, a fiscalização integrada, a entrada em vigor do Código Florestal e a implantação da Moratória da Soja, as taxas de desflorestamento foram drasticamente reduzidas na Amazônia Legal (Figura 1) e, conseqüentemente, nos municípios produtores de soja onde a média da taxa de desflorestamento observada antes da Moratória (2002-2008) caiu de 10.629 km²/ano para 2.997 km²/ano durante a Moratória (2009-2021). Contudo, a área anualmente desflorestada nesses municípios teve um aumento significativo nos últimos três anos (2019 a 2021) com destaque para os municípios localizados no Pará (Figura 4), período em que o PPCDAm foi extinto e a fiscalização foi deficitária.

² Uma análise comparativa entre os dois limites do bioma Amazônia realizado em 2020 revelou que 52.325 ha de desflorestamentos ocorridos no período da Moratória (2009 a 2019) passaram a fazer parte do novo limite do bioma. Não foi analisado se havia presença de soja nestes desflorestamentos, mas foi identificado que 16 lavouras de soja da safra 2019/20 situadas nos municípios de Querência, Nova Ubiratã e Diamantino passaram para o bioma Cerrado; contudo, continuam sob as regras da Moratória até que o GTS decida adotar o novo limite, pelo menos para as lavouras de soja que já não fazem mais parte do bioma Amazônia.

Figura 4

Taxas de desflorestamento do PRODES (km²/ano) nos 116 municípios monitorados, na safra 2021/22, na porção contida no bioma Amazônia, com destaque para os anos anteriores e posteriores à Moratória da Soja³.



Fonte: Adaptado de INPE a partir das bases de dados georreferenciados.

Apesar do mapeamento dos desflorestamentos do PRODES atender muito bem ao procedimento metodológico definido pelo GTS, na prática ocorre a necessidade de observar alguns cuidados no uso dessas bases de dados, como por exemplo: ajustar os eventuais deslocamentos espaciais decorrentes da análise em diferentes escalas; ou eliminar algum desflorestamento quando identificado que ele ocorreu fora do período da Moratória.

Considerando a natureza da Moratória da Soja, que lida com agricultura de larga escala, o GTS estabeleceu que a área mínima dos polígonos de desflorestamento do PRODES seja 25 ha, muito embora a área mínima mapeada pelo PRODES é de 6,25 ha. Contudo, polígonos menores do que 25 ha passam a ser monitorados quando em anos subsequentes o desflorestamento cresce no entorno até que cheguem a uma área ≥ 25 ha. Como exemplo, a Figura 5 ilustra o procedimento de agregação de polígonos adjacentes, desflorestados em diferentes anos, formando polígonos ≥ 25 ha.

³ Os mapeamentos anuais realizados pelo PRODES vão de 1º de agosto a 31 de julho do ano seguinte. Como o marco da Moratória é 22 de julho de 2008 o ano inicial dos desflorestamentos do PRODES é 2009 que abrange os desflorestamentos observados de 1º de agosto de 2008 a 31 de julho de 2009 (PRODES-2009).

Figura 5

Exemplo da agregação de polígonos adjacentes do PRODES mapeados entre 2009 e 2021 formando polígonos ≥ 25 ha (cinza escuro e contorno vermelho) que são monitorados. Os polígonos em cinza claro não foram monitorados por terem área < 25 ha.

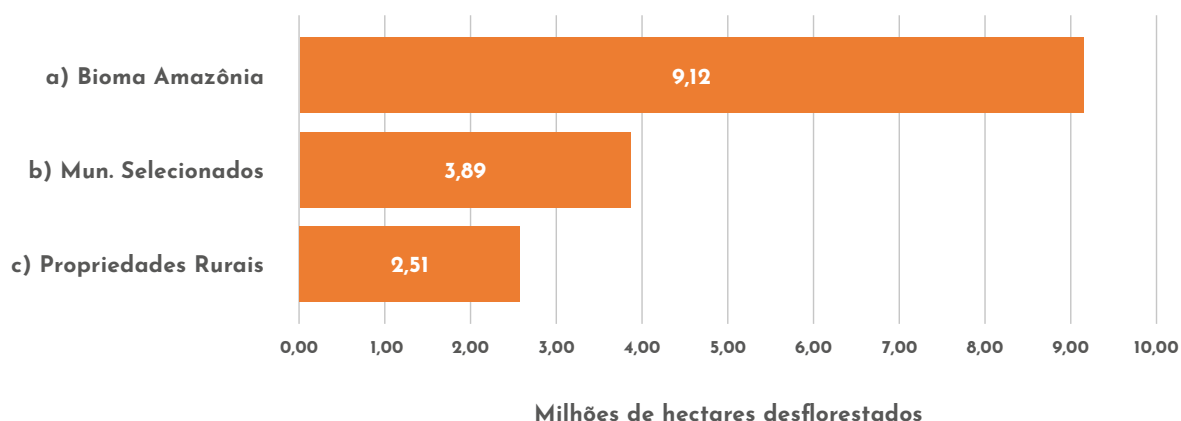


A Figura 6 resume os valores dos desflorestamentos (PRODES 2009 a 2021) que ocorreram ao longo do período da Moratória: a) no bioma Amazônia; b) nos 116 municípios selecionados que cultivam pelo menos 5.000 ha soja; e c) nas propriedades rurais em desflorestamentos ≥ 25 ha.

A partir da análise das imagens adquiridas durante a safra 2021/22 identifica-se as lavouras de soja em não conformidade com a Moratória que estejam contidas dentro dos 2,51 Mha de desflorestamentos observados em polígonos ≥ 25 ha em propriedades rurais. Isso otimiza a atividade de monitoramento concentrando o esforço de identificação somente nos 27,5% dos desflorestamentos do bioma que tem alguma possibilidade de conversão para soja, já que os demais 72,5% não tem evidência de conexão com a sojicultura.

Figura 6

Área desflorestada (PRODES 2009 a 2021) no período da Moratória:
a) no bioma Amazônia; b) nos 116 municípios selecionados na safra 2021/22; e c) nas propriedades rurais.



Identificação da soja em não-conformidade nas imagens de satélite

Seleção das Imagens de Satélite

Ao longo dos últimos anos foram lançados diversos satélites que tem proporcionado uma condição bastante favorável em termos de disponibilidade de imagens livres de nuvens, por ocasião de períodos chaves, para identificação da soja na região amazônica (Figura 7; Tabela 1).

Figura 7

Satélites de sensoriamento remoto utilizados na aquisição de imagens para identificação das lavouras de soja em não conformidade com a Moratória da Soja.

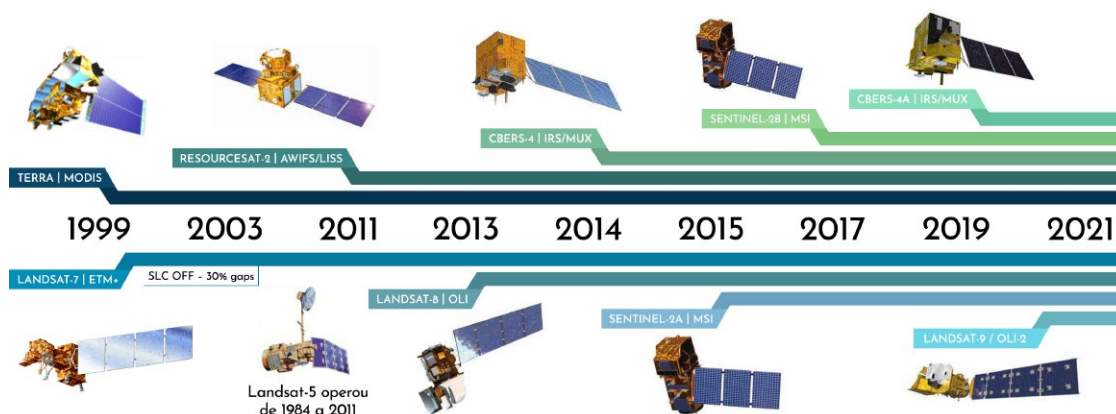


Tabela 1**Características das imagens utilizadas no monitoramento da Moratória da Soja.**

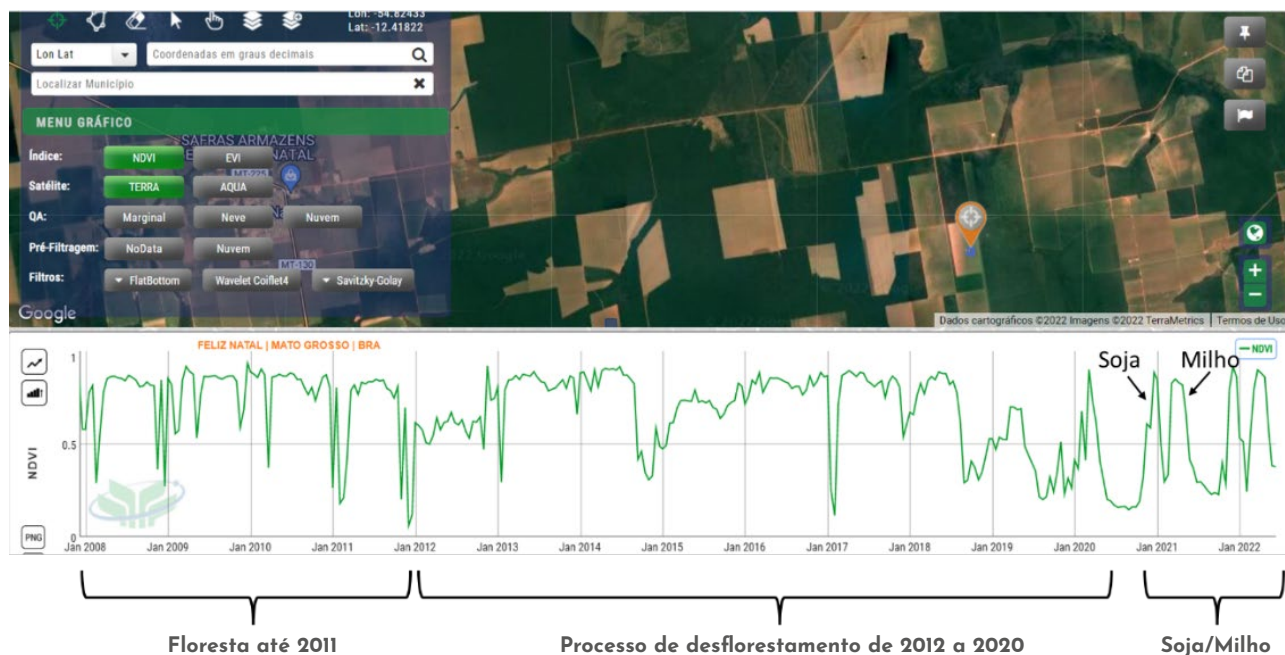
SATÉLITE SENSOR	RESOLUÇÃO		
	TEMPORAL (dias)		ESPACIAL (m)
Sentinel-2A MSI	10	5	10 e 20
Sentinel-2B MSI	10		
Landsat-8 OLI-1	16	8	15 e 30
Landsat-7 ETM+	16		
Landsat-9 OLI-2	16		
CBERS-4 e 4A MUX e IRS	26		20 e 40
ResourceSat-2 LISS3 e AWIFS	24 e 5		23,5 e 56
TERRA MODIS	~1		250

As imagens adquiridas pelos satélites Sentinel e Landsat recebem prioridade de uso por estarem na mesma base de georreferenciamento e serem disponibilizadas, de forma operacional, e sem custo para os usuários. Imagens do CBERS podem vir a ser utilizadas na eventualidade de não se obter imagens livres de nuvens com os satélites Landsat e Sentinel, mas nestes casos as imagens do CBERS geralmente apresentam a mesma indisponibilidade.

Desde o terceiro ano (safra 2009/10) de monitoramento da soja, as imagens de alta resolução temporal do sensor MODIS vem sendo utilizadas para auxiliar na identificação das lavouras de soja em não-conformidade. No Anexo 1 é dado destaque à metodologia de identificação das lavouras de soja adotada entre as safras 2014/15 e 2018/19. Conforme mencionado anteriormente, desde a safra 2019/20 é realizado o mapeamento da soja para todo o bioma Amazônia mediante a interpretação visual das imagens do Sentinel e Landsat numa escala em torno de 1:75.000. Para a identificação da soja em não-conformidade, esse mapeamento é refinado ampliando a escala de análise até 1:25.000. Nesse refinamento do mapeamento as imagens MODIS continuam sendo um importante instrumento de apoio na forma de séries temporais, acessadas por meio da ferramenta SATVeg da EMBRAPA, conforme exemplificado na Figura 8, na qual se confirma que a soja passou a ser cultivada a partir da safra 2020/21 sobre uma área que passou pelo processo de desflorestamento durante a Moratória.

Figura 8

Exemplo do uso da série temporal de imagens MODIS para confirmação da presença de soja em desflorestamento ocorrido no período da Moratória.



Análise das Imagens

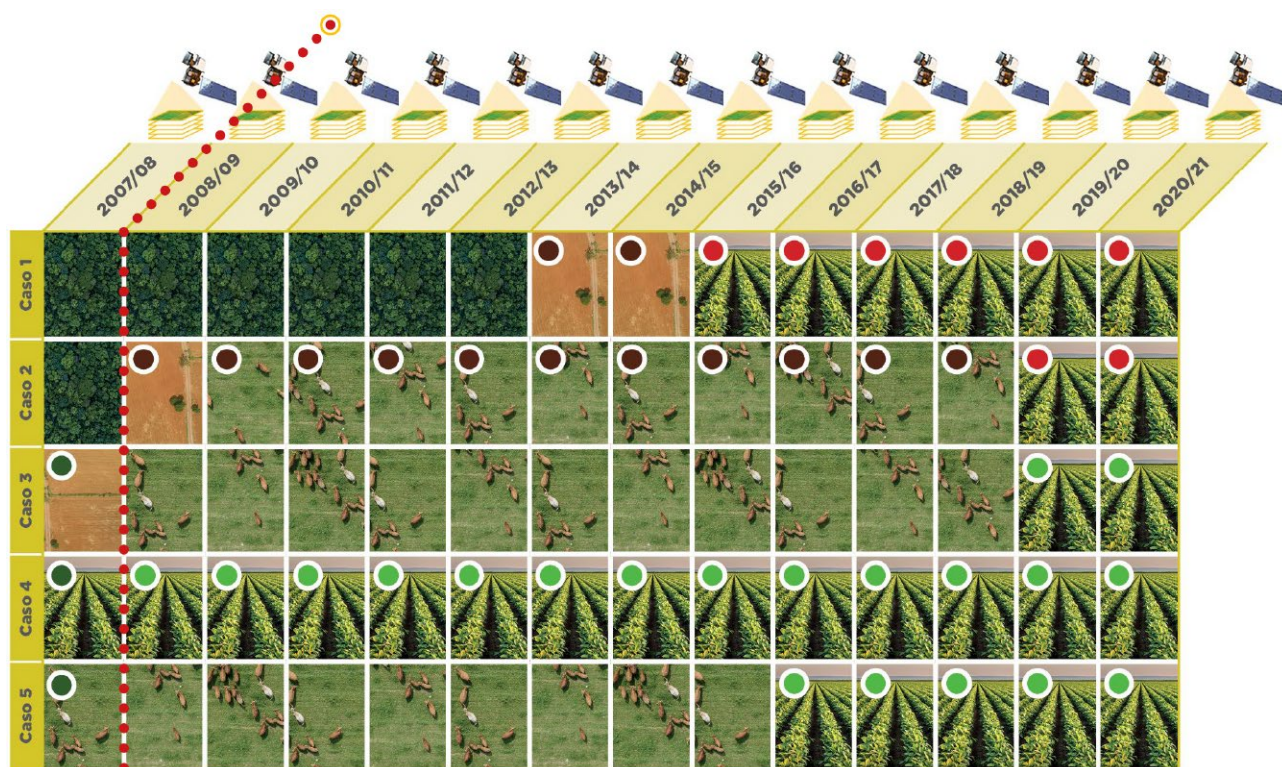
A Figura 9 ilustra, de forma esquemática, a regra que define se a lavoura de soja está ou não em conformidade com a Moratória. Nos casos 1 e 2 são apresentados exemplos em que a soja está em não-conformidade por ter sido cultivada em área desflorestada durante o período da Moratória; já nos casos 3, 4 e 5 ela está em conformidade por ter sido cultivada em área desflorestada antes do marco estabelecido pela Moratória.

Tomando por base a regra da Moratória, o procedimento de identificação das lavouras de soja em não-conformidade consiste em sobrepor o mapa dos polígonos de desflorestamento do PRODES (2009 a 2021) ao mapa de soja do bioma Amazônia, produzido pela Agrosatélite para a safra 2021/22. Cada polígono de desflorestamento do PRODES é inspecionado individualmente por meio da análise visual de um conjunto de até 20 imagens adquiridas pelos satélites Sentinel e Landsat. As datas de aquisição das imagens levam em conta o amplo calendário de semeadura da soja praticado nas diferentes regiões produtoras de soja no bioma Amazônia.

Figura 9

Esquema ilustrativo da regra da Moratória da Soja.

Moratória da Soja 22 de julho de 2008



Legenda

- Desflorestamento anterior à Moratória
- Desflorestamento durante a Moratória
- Soja em desconformidade com a Moratória
- Soja em conformidade com a Moratória

Cabe destacar que o mapa de soja produzido para todo o bioma é elaborado numa escala de menor detalhe (1:75.000 a 1:50.000) que não apresenta com o devido rigor as especificidades dos limites dos polígonos desflorestados ou dos imóveis rurais. Sendo assim, cada polígono de desflorestamento passa por uma análise minuciosa, numa escala de maior detalhe (em torno de 1:25.000) para assegurar a correta identificação da lavoura de soja e sua delimitação no interior dos polígonos, bem como os eventuais deslocamentos de registro dos polígonos do PRODES, visando evitar falsos positivos⁴. Da mesma forma, os demais polígonos do PRODES, em que não foram identificados plantios de soja, também passam por uma minuciosa inspeção para evitar falsos negativos⁵.

4. Os "falsos positivos" equivalem às áreas mapeadas como soja na fase de mapeamento em nível de paisagem, mas que precisam ser ajustadas ou ter porções removidas em uma análise mais detalhada que ocorre durante a inspeção individual dos polígonos.

5. Os "falsos negativos" correspondem aos eventuais erros de omissão, ou seja, pequenas áreas de soja que não foram identificadas na fase de mapeamento em nível de paisagem e que devem ser adicionadas na fase de inspeção individual dos polígonos. Isso também pode ocorrer para algumas áreas de expansão de soja de primeiro ano que ainda não se apresentam de forma típica nas imagens e precisam passar por uma análise mais apurada ou mesmo para eventuais redefinições dos limites da área cultivada com soja.

Os polígonos de desflorestamento, identificados com plantações de soja, em desacordo com a Moratória da Soja, passam por um processo de revisão uma vez que a data de desflorestamento indicada pelo PRODES pode não coincidir com a data especificada na Moratória. A revisão da data é realizada com base em imagens Landsat obtidas desde o ano 2000 até o período mais próximo possível ao do marco da Moratória (22 de julho de 2008), auxiliada por imagens do sensor MODIS do mesmo período (vide Figura 8). Neste processo de revisão de data são removidas as lavouras de soja em desflorestamentos ocorridos antes da data estabelecida pela Moratória. Cabe destacar que os polígonos removidos por revisão de data, nos anos anteriores ao da safra corrente, são excluídos de antemão para evitar uma reanálise desnecessária. Os desflorestamentos identificados com soja em polígonos parcialmente contidos em UCs, TIs e assentamentos também são submetidos a uma revisão, sendo eliminadas as lavouras de soja integralmente contidas nessas áreas públicas. Ou seja, não estavam em desacordo com a Moratória e teriam sido incluídos indevidamente na lista de inconformidade sem esse procedimento de revisão.

Ao final do processo de identificação da soja em desacordo com a Moratória, o INPE realiza, de forma independente, uma rigorosa auditoria dos resultados, atestando a qualidade e a acurácia do trabalho desenvolvido pela Agrosatélite.

Elaboração da lista das propriedades rurais com soja em não-conformidade

A partir dos resultados obtidos na etapa de identificação das lavouras de soja em desflorestamentos ocorridos após o marco definido pela Moratória é elaborada uma lista das fazendas e seus respectivos proprietários que não estão em conformidade com a Moratória para ser utilizada pelas empresas signatárias a fim de não adquirirem nem financiarem soja originada nas propriedades rurais constantes nesta lista. Cabe destacar que a penalidade da Moratória não abrange apenas a lavoura de soja cultivada em desflorestamento ocorrido no período da Moratória, mas toda soja cultivada no referido imóvel. Portanto, o impacto da Moratória é muito significativo em prol de uma produção sustentável de soja no bioma Amazônia.

Contestação de Produtores

Muito embora o procedimento de identificação das lavouras de soja em desflorestamentos mapeados pelo PRODES dentro do período da Moratória seja feito com máximo rigor, é possível que alguma lavoura tenha sido identificada de forma equivocada, quer seja por não ser uma lavoura de soja ou por estar num desflorestamento ocorrido antes da Moratória. Por exemplo, ao longo do processo

de conversão de floresta para soja, alguns produtores optam por plantar arroz por um ou dois anos até que a área fique bem limpa para entrada da soja e isso pode causar uma classificação errônea da área. Outro exemplo de contestação se dá quando o desflorestamento aconteceu antes da Moratória, sem ter sido mapeado pelo PRODES, e passa por um processo de regeneração, seguido de novo desflorestamento identificado pelo PRODES dentro da Moratória, com posterior plantio de soja. Contudo, a grande maioria dos casos de contestação não procedem e são devolvidos mediante relatórios elaborados caso a caso, pois tanto o mapeamento da soja quanto a data de desflorestamento são cuidadosamente revisados de antemão para evitar ao máximo as contestações devidas, pois é grande o transtorno que um erro na lista de produtores não-conformes causa para os produtores, que não podem vender sua produção ou receberem financiamento, assim como para os signatários, que são impedidos de comprá-la.

Referências bibliográficas

1. Austin, K.; Heilmayr R.; Benedict J.; Burns D.; Eggen M.; Grantham H.; Greenbury A.; Hill, J.; Jenkins, J.; Luskin, M.; Manurung, T.; Rasmussen, L.; Rosoman, G.; Rudorff, B.; Satar, M.; Smith, C.; and Carlson, K. Mapping and Monitoring Zero-Deforestation Commitments. *BioScience*, Vol. 71, No. 10 1079-1090. October 2021. doi.org/10.1093/biosci/biab082
2. Heilmayr, R., Rausch, L.L., Munger, J. et al. Brazil's Amazon Soy Moratorium reduced deforestation. *Nat Food* 1, 801-810 (2020). <https://doi.org/10.1038/s43016-020-00194-5>
3. Meijer, K. Can supply chain initiatives reduce deforestation? A comparative analysis of cases from Brazil and Indonesia. Discussion Paper: Deutsches Institut für Entwicklungspolitik. v.36. 38p. 2014.
4. Gibbs, H.K., L. Rausch, J. Munger, I. Schelly, D. C. Morton, P. Noojipady, B. Soares-Filho, P. Barreto, L. Micol, and N.F. Walker. "Brazil's Soy Moratorium: Supply chain governance is needed to avoid deforestation." *Science*. v.347, n.6220, p.377-378. 2015.
5. 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*, 4, p.1074-1088. 2012.
6. 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, p.185-202. 2011.
7. Amaral, D.F., de Souza Ferreira Filho, J.B., Chagas, A.L.S. et al. Expansion of soybean farming into deforested areas in the Amazon biome: the role and impact of the soy moratorium. *Sustain Sci* 16, 1295-1312 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11625-021-00942-x>
8. Agrosatélite - Agrosatélite Geotecnologia Aplicada Ltda. Projeto de mapeamento de culturas anuais. Mapeamento de soja no bioma Amazônia. Arquivo interno. 2022.
9. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Plataforma TerraBrasilis. Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite - Estimativas anuais de desflorestamento desde 1988 até 2021. Disponível em: <<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>>. Acesso em: 30 nov. 2021.
10. ALMEIDA, C. A.; MAURANO, L. E. P.; VALERIANO, D. D. M.; CAMARA, G.; VINHAS, L.; GOMES, A. R.; MONTEIRO, A. M. V.; SOUZA, A. A. A.; RENNO, C. D.; SILVA, D. E.; ADAMI, M.; ESCADA, M. I. S.; MOTA, M.; KAMPEL, S. A. Metodologia para Monitoramento da Floresta usada nos projetos PRODES e DETER. São José dos Campos: INPE, versão: 2021-01-26. IBI: <8JMKD-3MGP3W34R/443GTAS>. Disponível em: <<http://urlib.net/rep/8JMKD3MGP3W34R/443GTAS>>. Acesso em: 24 mar. 2021.

-
- 11.** Maurano L, Escada M, Renno C. 2019. Padrões espaciais de desmatamento e a estimativa da exatidão dos mapas do PRODES para Amazônia Legal Brasília. *Ciencia Florestal* 29.
- 12.** BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 out. 2012b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm>. Acesso em 16 out. 2019.
- 13.** FUNAI - Fundação Nacional do Índio. Geoprocessamento. Terras Indígenas do Brasil. Disponível em: <<http://www.funai.gov.br/index.php/servicos/geoprocessamento>>. Acesso em 11 nov. 2020.
- 14.** MMA - Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC. Download de dados geográficos. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acesso em: 11 nov. 2020.
- 15.** IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Organização territorial. Dados vetoriais oficiais do território brasileiro. Disponível em: <<ftp://geofpt.ibge.gov.br>>. Acesso em: 11 nov. 2020.
- 16.** INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Acervo Fundiário. Disponível em: <<http://acervofundiario.incra.gov.br/i3geo/interface/incra.htm>>. Acesso em: 11 nov. 2020.
- 17.** BRASIL. Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal - PPCDAm. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/component/k2/item/616?Itemid=1155>>. Acesso em: 11 nov. 2020.
- 18.** SatVeg Sistema de Análise Temporal da Vegetação. Embrapa Informática Agropecuária <https://www.satveg.cnptia.embrapa.br/satveg/login.html>. Acesso em 11 nov. 2020.
- 19.** Rizzi, R., Risso, J., Epiphanyo, R.D.V., Rudorff, B.F.T., Formaggio, A.R., Shimabukuro, Y.E., Fernandes, S.L. Estimativa da área de soja no MT por meio de imagens MODIS. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais... INPE, Natal, pp. 387-394. 2009.
- 20.** CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira - Grãos. V. 7. Safra 2021/22, n. 12, setembro 2022. Brasília, 68 p. 2022.
- 21.** Risso, J. Diagnóstico espacialmente explícito da expansão da soja no MT de 2000 a 2012. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. São José dos Campos. INPE, 110 p. 2013. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3DKND9B>>. Acesso em 16 out. 2019.

Anexo 1

Metodologia de identificação das lavouras de soja com auxílio das imagens MODIS realizado de 2013/14 a 2018/19.

A análise combinada de imagens de satélites de sensoriamento remoto, adquiridas por meio de sensores com diferentes resoluções espaciais e temporais, tem assegurado a identificação das lavouras de soja presentes nos desflorestamentos monitorados pela Moratória. Desde a safra 2013/14 são utilizadas apenas imagens de satélites para o monitoramento no contexto da Moratória. Até a safra 2018/19 as imagens do sensor MODIS foram utilizadas para obtenção de um mapa das lavouras temporárias de toda área de estudo - que majoritariamente são de soja - para posterior refinamento utilizando imagens dos satélites Landsat e Sentinel.

A partir da safra 2019/20 o mapeamento da soja passou a ser realizado para todo o bioma Amazônia com imagens Landsat e Sentinel por meio de técnicas de interpretação visual de imagens. Sendo assim, as imagens MODIS passaram a ter um papel secundário, mas para conhecimento fica descrito a seguir o procedimento adotado na safra 2018/19 em que foram utilizadas cerca de 100 imagens do sensor MODIS a bordo do satélite Terra, 783 imagens dos satélites Landsat-7 e Landsat-8 além de 600 imagens dos satélites Sentinel-2A e Sentinel-2B.

As datas de aquisição das imagens MODIS levaram em conta o calendário da soja praticado nas diferentes regiões analisadas. Para monitorar o cultivo de soja nos estados de MT, RO e TO, selecionaram-se imagens do sensor MODIS obtidas de julho de 2018 a abril de 2019. No MA, no PA, em RR e no AP, em função da diferença no calendário de semeadura da soja, o período de obtenção das imagens foi estendido até o final de agosto de 2019.

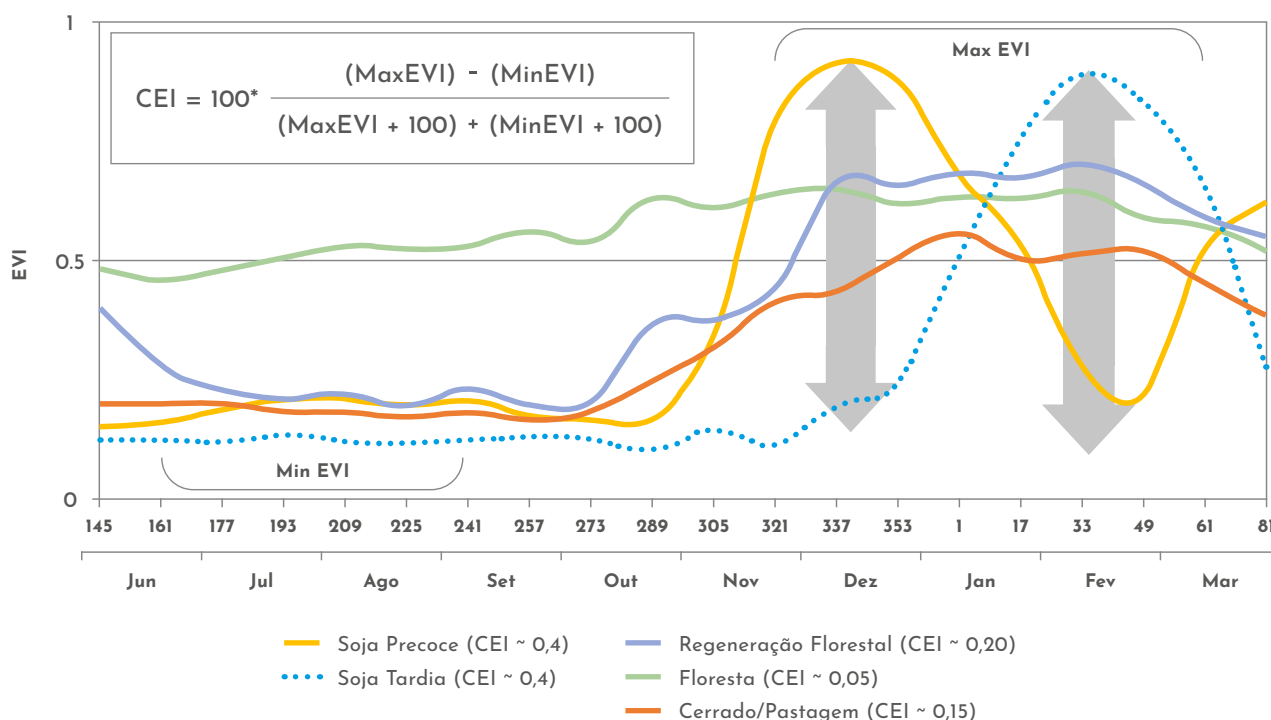
O método utilizado para detectar a presença de soja e de outras lavouras temporárias teve por base um índice denominado Crop Enhancement Index (CEI), que realça a diferença nos valores do índice de vegetação denominado Enhanced Vegetation Index (EVI) em dois momentos específicos: a) na entressafra, antes do início da estação de crescimento da soja, quando os valores de EVI da soja são relativamente mais baixos do que os de floresta em regeneração ou pastagem (MinEVI; Figura A1); e b) quando a soja está bem desenvolvida e apresenta os valores de EVI mais altos do que os de floresta em regeneração, cerrado ou pastagem (MaxEVI; Figura A1).

Valores de CEI elevados indicam a presença de lavouras temporárias que no caso da área de estudo são majoritariamente soja. Já floresta em regeneração ou pastagem apresentam baixos valores de CEI em função da menor amplitude da variação sazonal do EVI quando comparados às lavouras temporárias (Figura A1). Com isso, o CEI permite diferenciar as lavouras temporárias de outros usos e cobertura da terra, como floresta em regeneração ou pastagem.

Figura A1

Exemplo da variação temporal dos valores de EVI para: soja precoce; soja tardia

De acordo com o calendário agrícola do MT; floresta; regeneração florestal; e Cerrado/pastagem. Também são indicados os períodos em que os valores mínimos (MinEVI) e máximos (MaxEVI) do EVI são obtidos para cálculo do CEI. Além disso, são apresentados os valores aproximados de CEI para os alvos apresentados no gráfico.



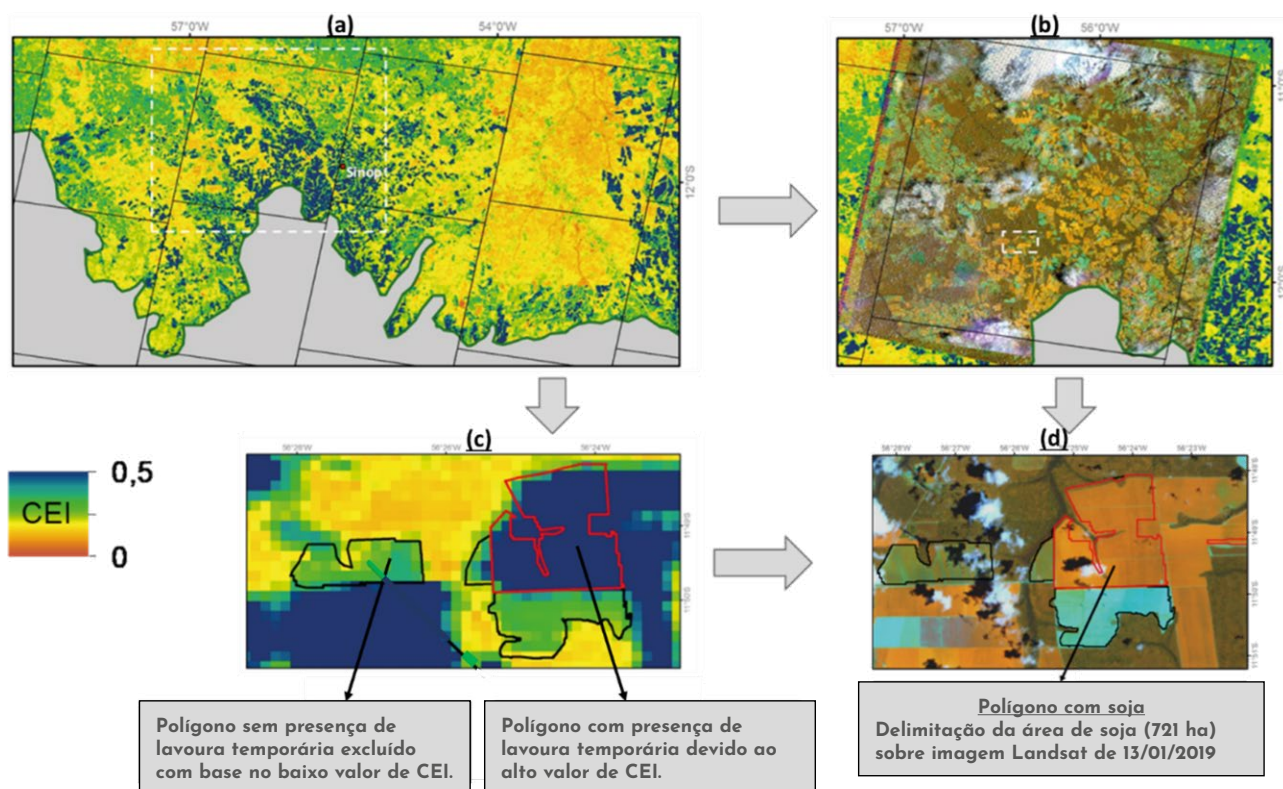
A Figura A2 ilustra a sequência de análise e identificação das lavouras de soja nas imagens dos satélites. A Figura A2a apresenta uma imagem CEI na qual as lavouras de soja e outras lavouras temporárias com calendário agrícola semelhante ao da soja, estão realçadas em coloração azul escuro, discriminando-as dos demais alvos da imagem que não tem o comportamento sazonal característico das lavouras temporárias. Na Figura A2b é apresentada uma imagem Landsat-8 a ser utilizada na delimitação das lavouras de soja em desflorestamentos. A Figura A2c apresenta um detalhe da imagem CEI onde se observam dois polígonos des-

florestados: um com baixo valor de CEI (verde claro) e, portanto, sem presença de lavoura temporária e outro com alto valor de CEI típico de soja ou outra lavoura temporária (azul escuro). A confirmação da presença de soja foi realizada, no caso, com a imagem OLI/Landsat-8 adquirida em 13 de janeiro de 2019, na qual foram identificados e mapeados 721 ha de soja nesse polígono de desflorestamento, conforme destacado na Figura A2d.

Figura A2

Sequência de identificação e mapeamento das lavouras de soja em imagens de satélites nos polígonos de desflorestamentos:

a) imagem CEI obtida a partir de imagens EVI/MODIS; b) imagem OLI/Landsat-8 de 13 de janeiro de 2019; c) detalhe da imagem CEI identificando as áreas com e sem presença de lavoura temporária; d) detalhe da imagem OLI/Landsat-8 confirmando a presença de soja em todo polígono desflorestado numa área de 721 ha.



Monitoramento da Moratória da Soja por imagens de satélites: Material Suplementar

