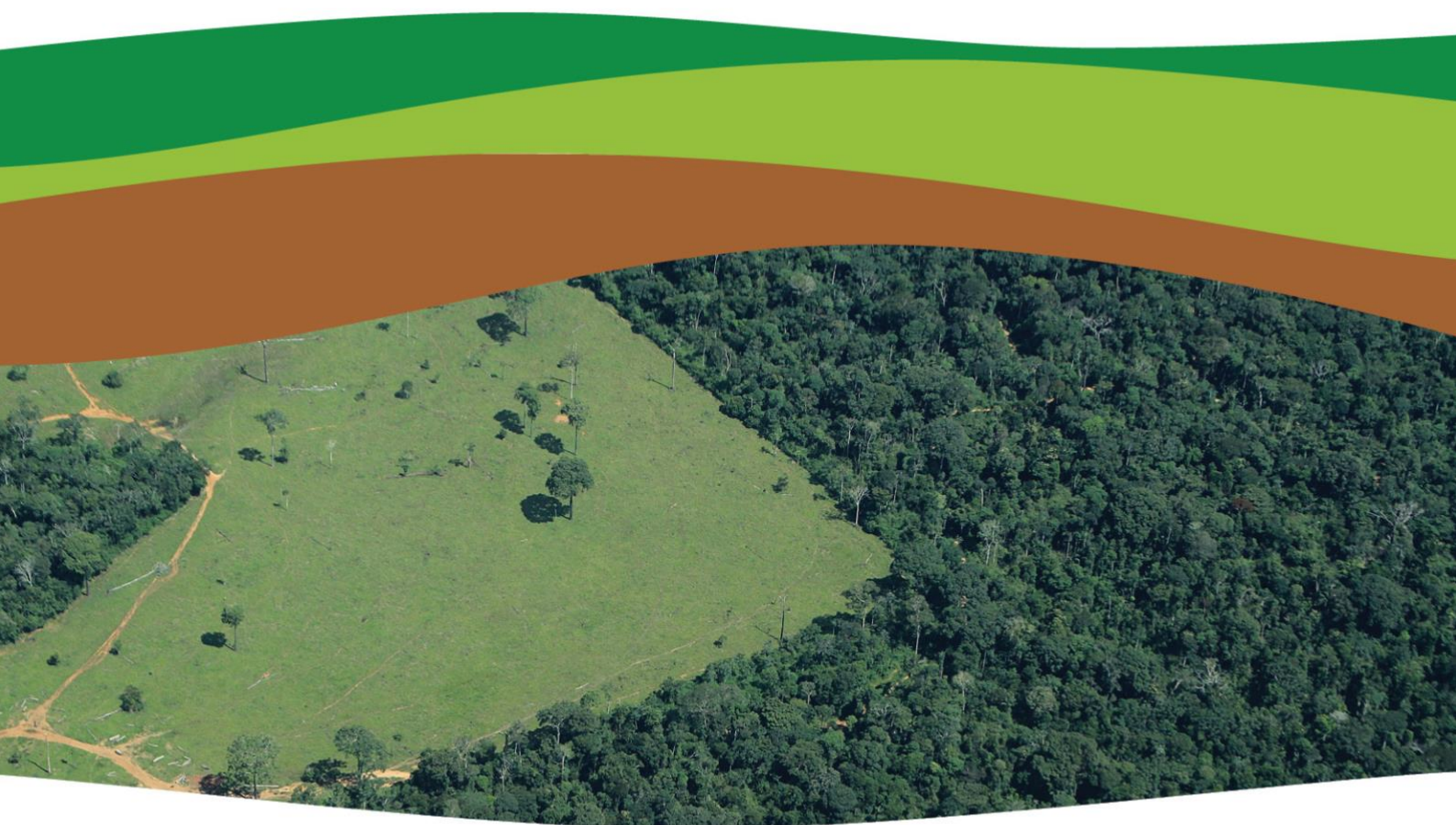


10



PlanaFlor

Áreas recomendadas para expansão da agricultura no Brasil



Projeto PlanaFlor



Financiamento



Norway's
International Climate
and Forest Initiative



PlanaFlor

Áreas recomendadas para expansão da agricultura no Brasil

AUTORES

Bruno Roberto Ribeiro, Fernando de Moura Resende, Geiziane Tessarolo, Kaline de Mello, Karlo Gregório Guidoni Martins, Natalia Guerin, Paulo André Tavares, Rafael Loyola, Rafaela Silva

COMO CITAR

RIBEIRO, B.R., RESENDE, F. M., TESSAROLO, G., MELLO, K., MARTINS, K. G., GUERIN, N., TAVARES, P. A., LOYOLA, R., SILVA, R., 2022. Áreas recomendadas para expansão da agricultura no Brasil. Projeto PlanaFlor – Rio de Janeiro, RJ, número 10, 27 páginas. Disponível em: www.planafior.org

REALIZAÇÃO

Este relatório foi elaborado no âmbito do projeto PlanaFlor: Green New Deal for Nature-Based Economic Recovery, executado em parceria entre a BVRio, a Conservation Strategy Fund Brasil a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS) e a Fundação Getúlio Vargas (FGV), com apoio financeiro da Iniciativa Internacional da Noruega para o Clima e Florestas (NICFI). Os conteúdos aqui apresentados poderão ser reproduzidos, desde que a fonte e os autores sejam citados.

Projeto PlanaFlor



Financiamento



Sumário

Resumo	4
Resultados	4
<i>Território nacional e biomas brasileiros</i>	4
<i>Estados brasileiros</i>	6
<i>Comparação com projeções do MAPA</i>	20
<i>Considerações</i>	20
Material e Métodos	22
<i>Seleção de critérios</i>	22
<i>Pastagem degradada</i>	22
<i>Aptidão agrícola da terra</i>	23
<i>Potencial de regeneração natural</i>	23
<i>Critério descartado</i>	23
<i>Seleção de áreas recomendadas</i>	23
Referências bibliográficas	25
Anexo 1	26

Resumo

Este relatório apresenta uma proposta de áreas recomendadas para a expansão da agricultura no território brasileiro, considerando a ocupação de áreas já convertidas, ou seja, sem a ocorrência de supressão de áreas de vegetação nativa remanescentes para o desenvolvimento desta atividade econômica. Para a elaboração deste relatório foi realizada uma priorização de áreas a partir do método *target-based*, no qual critérios selecionados (aptidão agrícola, pastagens degradadas e potencial de regeneração natural) foram combinados para atingir a meta de área (em hectares) da expansão nacional desejada, conciliando aspectos ambientais e econômicos do setor rural. A base para a determinação da área de expansão da agricultura foi a meta nacional projetada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para os anos de 2030/31, que é de 11,3 milhões de hectares. A priorização focou em áreas de pastagens com alto e médio níveis de degradação, associados com áreas de alta aptidão agrícola e de baixo potencial de regeneração natural. A combinação destes critérios indicou 15,7 milhões de hectares em todo o Brasil, valor que supera a meta projetada pelo MAPA. Os resultados são apresentados em mapas e tabelas nas escalas nacional, estadual e por biomas. Ressalta-se que as áreas recomendadas a partir das análises apresentaram convergência com as projeções do MAPA.

Resultados

Território nacional e biomas brasileiros

O território nacional apresenta ao menos **15,7 Mha** que podem ser recomendados para a expansão da agricultura, sem a necessidade de conversão de vegetação nativa para esta finalidade. Esse valor é superior à meta de 11,3 milhões de hectares apresentada nas projeções desenvolvidas pelo MAPA para os anos de 2030/31 (MAPA, 2021).

As áreas recomendadas para expansão da agricultura, identificadas nesse relatório, concentram-se no bioma Cerrado (47%), seguido pela Amazônia (27%), Mata Atlântica (15%), Caatinga (10%) e Pantanal (1%; Tabela 1, Figura 1). Ressalta-se que esses resultados estão espacialmente alinhados com as projeções do MAPA, que indicam maiores crescimentos de área agrícola na região do Cerrado, e em estados como o Pará e o Tocantins, na região Amazônica (MAPA, 2021). No entanto, contrariamente ao que é proposto pelo MAPA, que prevê a utilização de campos naturais de Cerrado, os resultados apresentados pelo PlanaFlor demonstram que a meta pode ser atingida sem a necessidade de ocupação de novas áreas naturais, mas sim por meio do uso de terras já convertidas para o uso econômico.

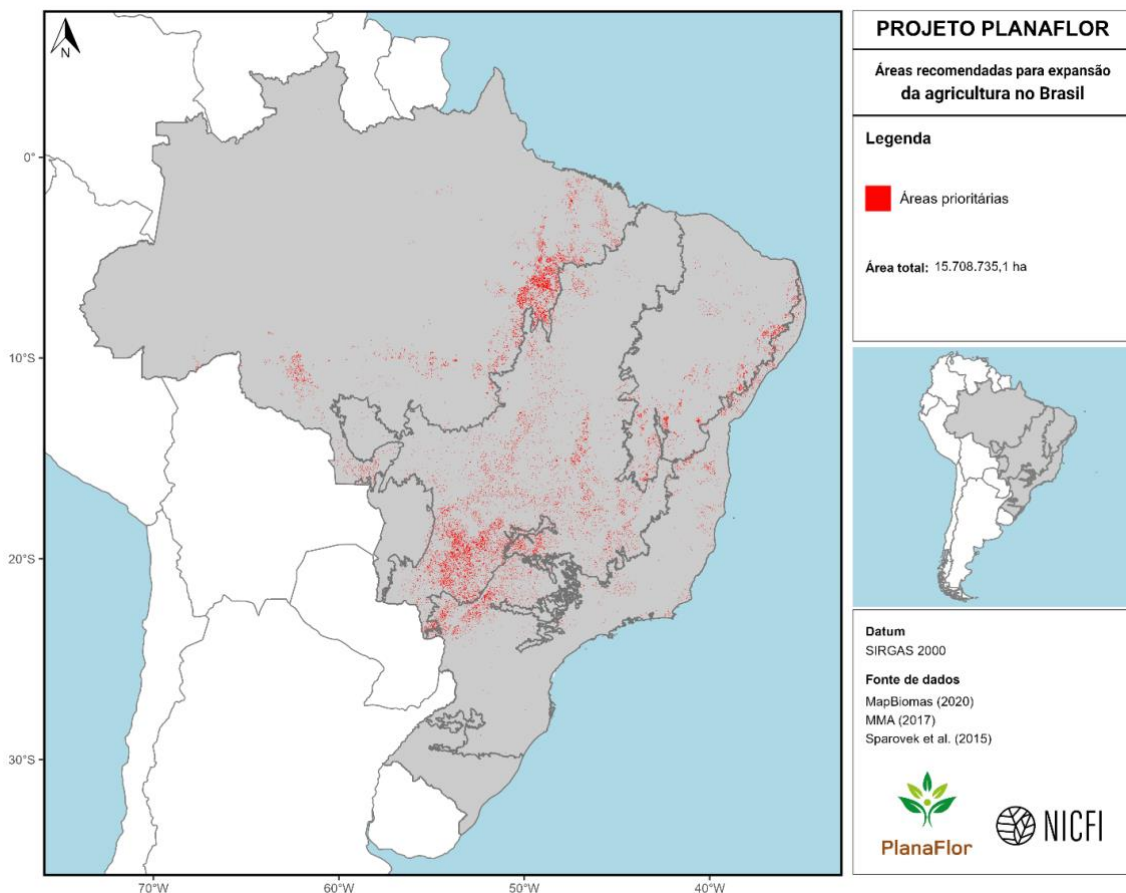


Figura 1: Áreas recomendadas para expansão da agricultura no Brasil.

Tabela 1: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura nos biomas brasileiros*.

Bioma	Área recomendada (ha)	Área recomendada (%)
Amazônia	4.324.745,26	27,21
Caatinga	1.552.233,33	9,77
Cerrado	7.576.362,47	47,67
Mata Atlântica	2.367.994,15	14,90
Pampa	0	0
Pantanal	70.837,87	0,45

*A área total recomendada nos biomas é 1,2% maior que o total reportado para o Brasil (Figura 1). Isso ocorreu porque células localizadas nos limites dos biomas podem ter sido contabilizadas artificialmente em mais de um bioma.

Estados brasileiros

Os estados que apresentaram a maior quantidade de áreas recomendadas para a expansão da agricultura foram Mato Grosso do Sul (com 3,4 Mha; 21,65% da área total indicada), Pará (2,2 Mha; 14,2%) e Minas Gerais (1,9 Mha; 12,1%). Outros estados com mais de 1 Mha de áreas selecionadas foram Goiás (1,8 Mha; 11,9%), Bahia (1,2 Mha; 8%) e Mato Grosso (1,1 Mha; 7,3%).

A Tabela 2 apresenta a área por estado, e das Figuras 2 a 27 a distribuição espacial destas áreas em cada um dos estados da federação, além do Distrito Federal. O estado do Amapá não apresentou áreas recomendadas com base na metodologia utilizada.

Tabela 2: Áreas recomendadas para expansão da agricultura por estado*.

Estado	Área recomendada (ha)	Área recomendada (%)
Mato Grosso do Sul	3.408.747,46	21,65
Pará	2.239.633,97	14,22
Minas Gerais	1.905.828,97	12,10
Goiás	1.882.145,07	11,95
Bahia	1.273.353,57	8,09
Mato Grosso	1.154.419,34	7,33
Tocantins	923.952,85	5,87
São Paulo	746.986,43	4,74
Maranhão	630.127,31	4,00
Rondônia	396.149,83	2,52
Pernambuco	296.171,61	1,88
Paraná	280.836,26	1,78
Sergipe	140.013,23	0,90
Alagoas	122.721,53	0,78
Paraíba	102.637,16	0,65
Rio de Janeiro	54.927,88	0,35
Ceará	48.282,37	0,31
Espírito Santo	43.706,92	0,28
Rio Grande do Norte	31.331,14	0,20
Acre	25.918,79	0,16
Distrito Federal	19.401,04	0,12
Piauí	8.013,39	0,05
Santa Catarina	5.556,89	0,04
Amazonas	2.758,87	0,02
Rio Grande do Sul	2.103,96	0,01
Roraima	298,87	0,00
Amapá	0,00	0,00

* A área total recomendada nos estados é 0,2% maior que o total reportado para o Brasil (Figura 1). Isso ocorreu porque células localizadas nos limites dos estados podem ter sido contabilizadas artificialmente em mais de um estado.

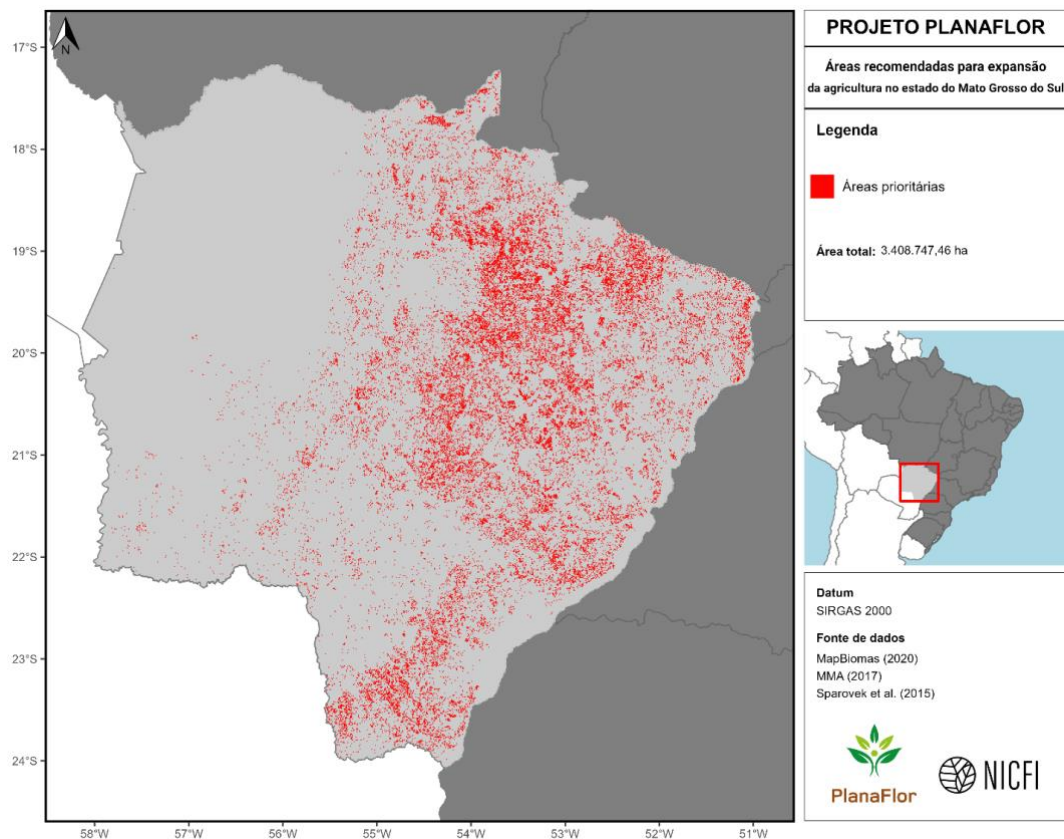


Figura 2: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado do Mato Grosso do Sul.

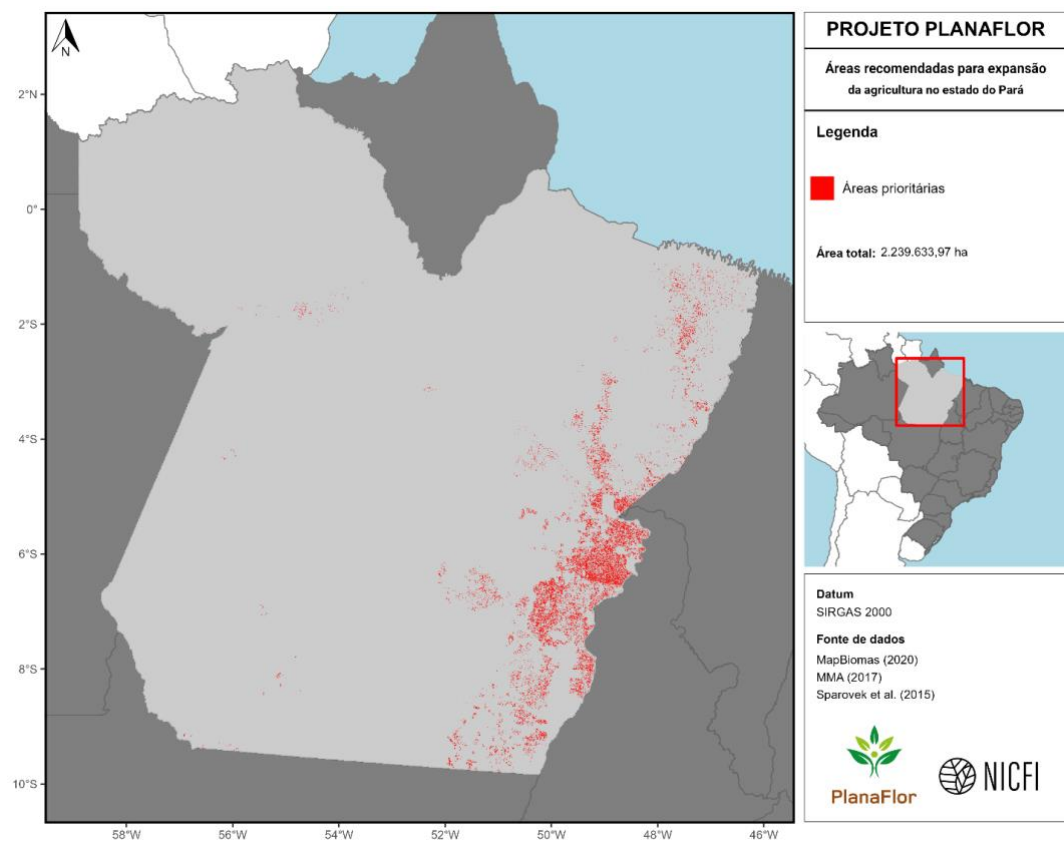


Figura 3: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado do Pará.

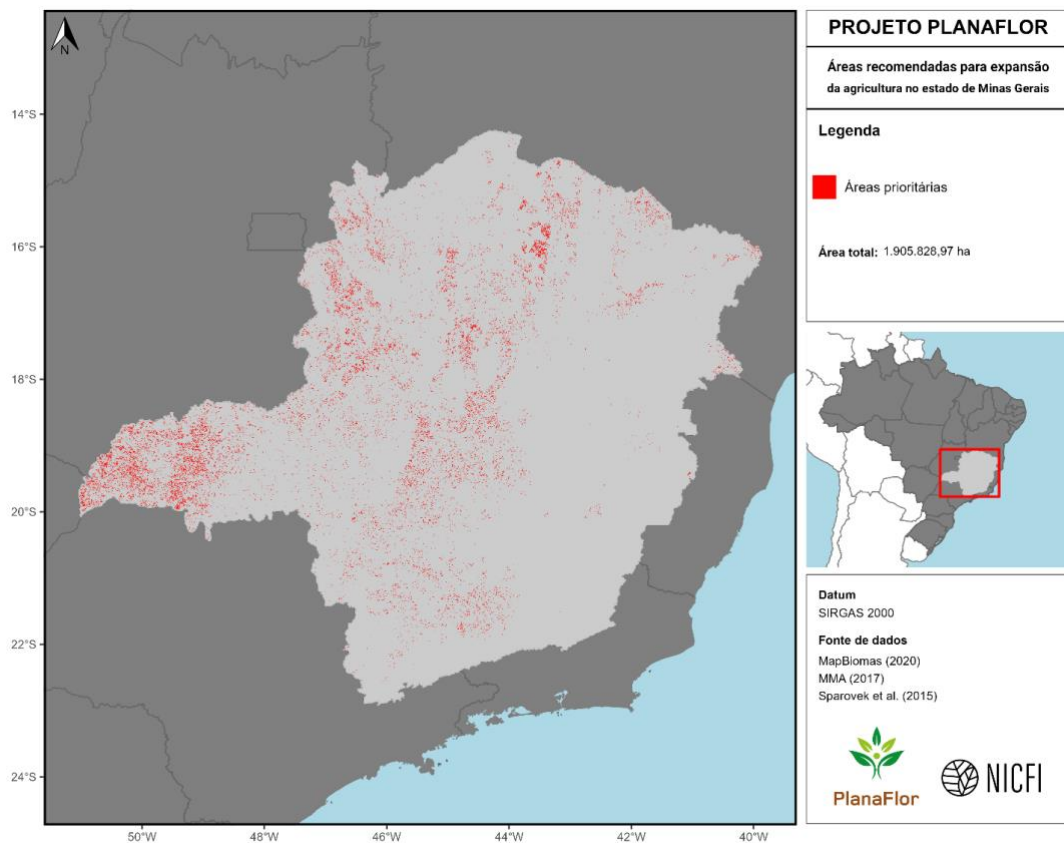


Figura 4: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado de Minas Gerais.

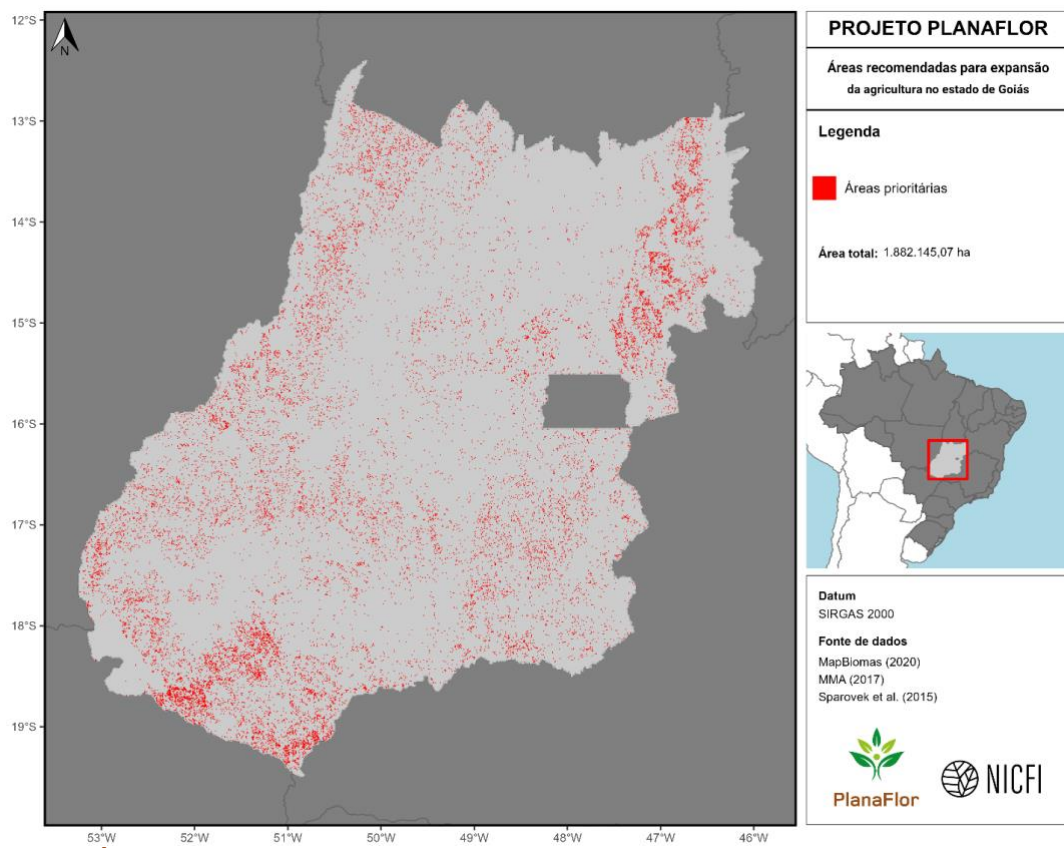


Figura 5: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado de Goiás.

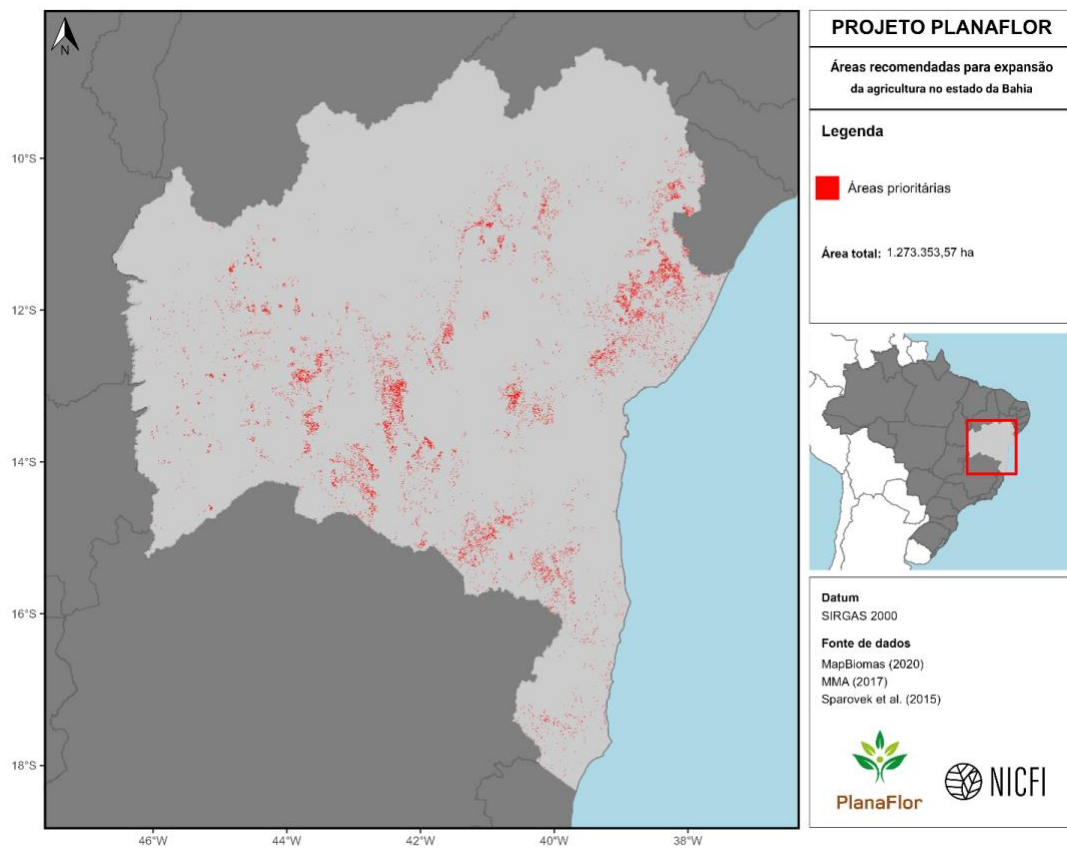


Figura 6: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado da Bahia.

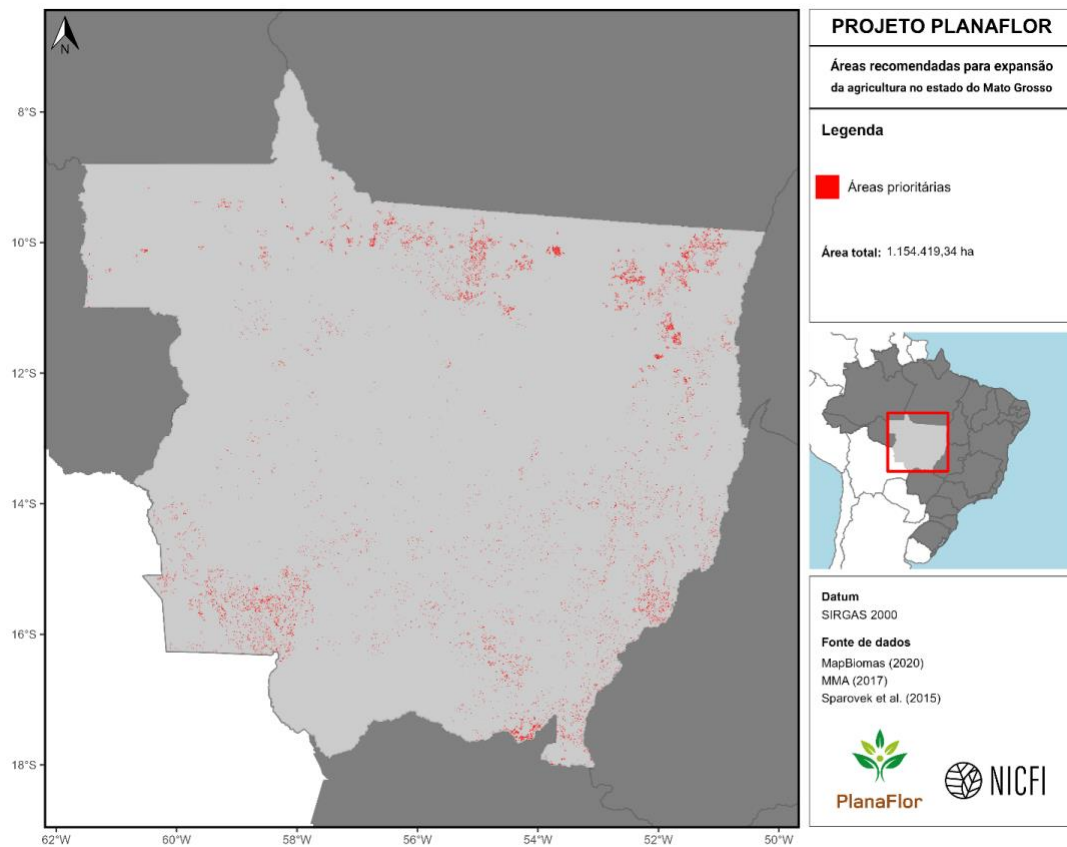


Figura 7: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado do Mato Grosso.

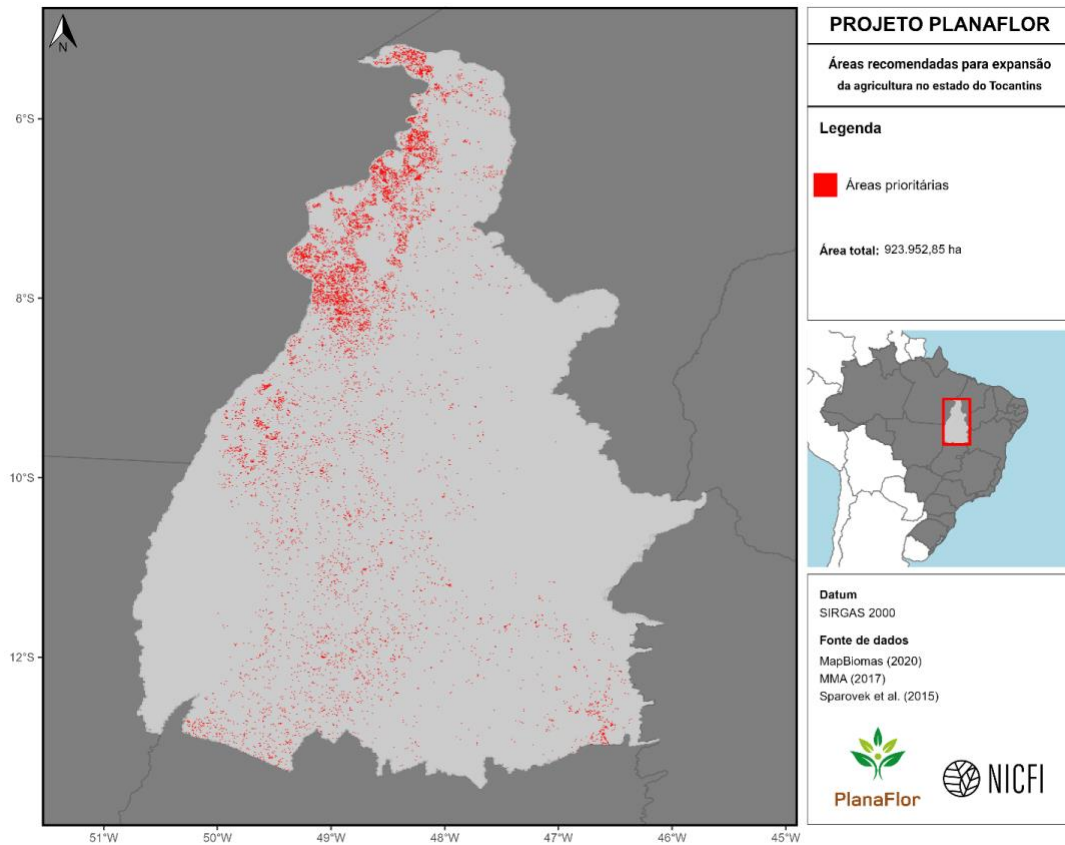


Figura 8: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado de Tocantins.

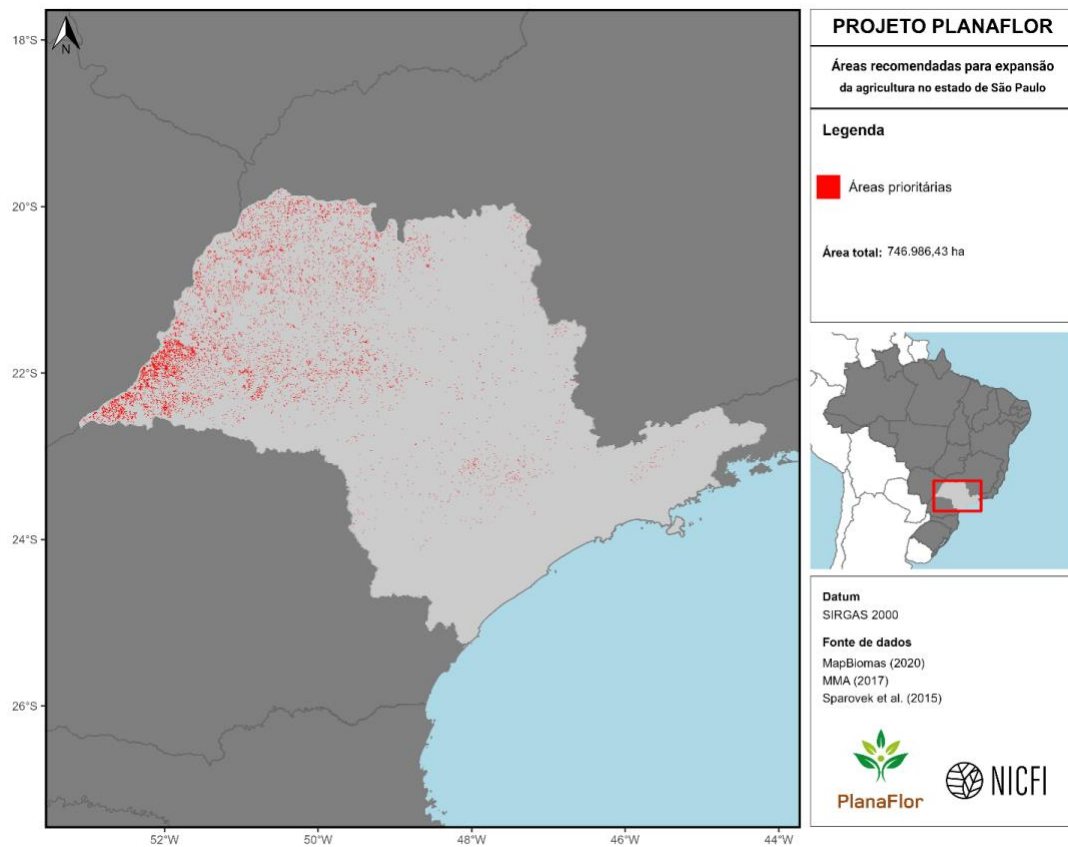


Figura 9: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado de São Paulo.

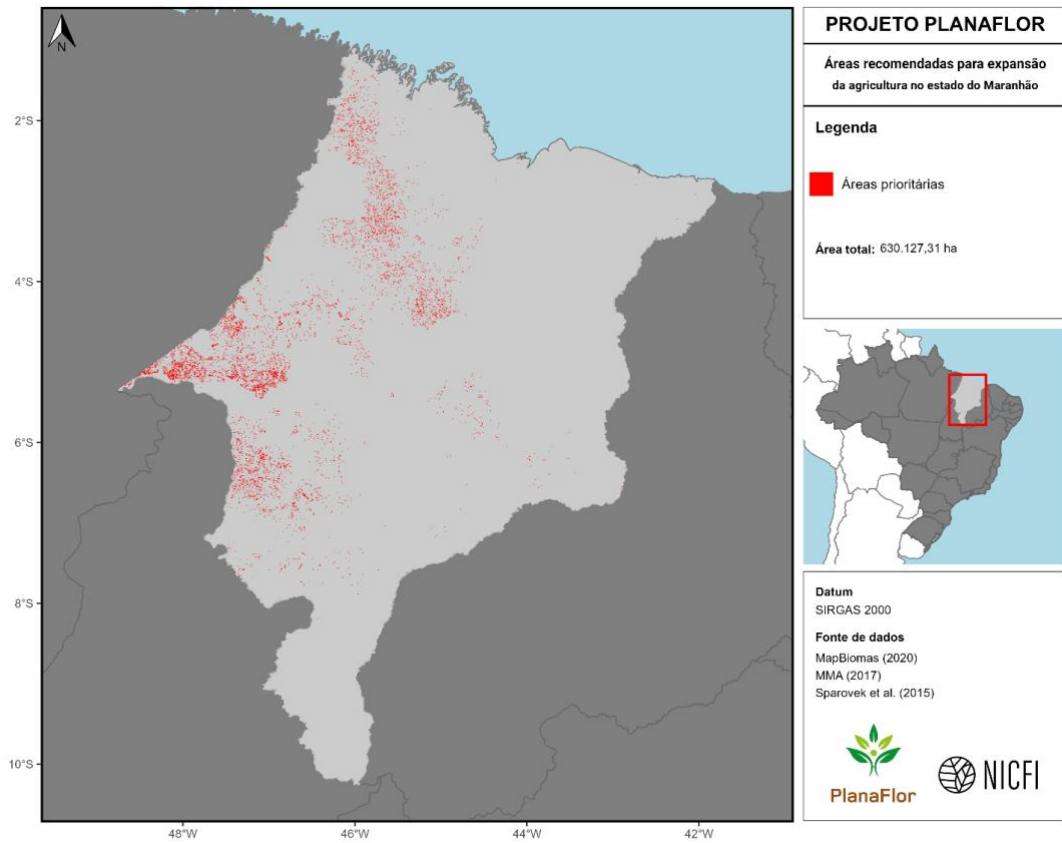


Figura 10: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado do Maranhão.

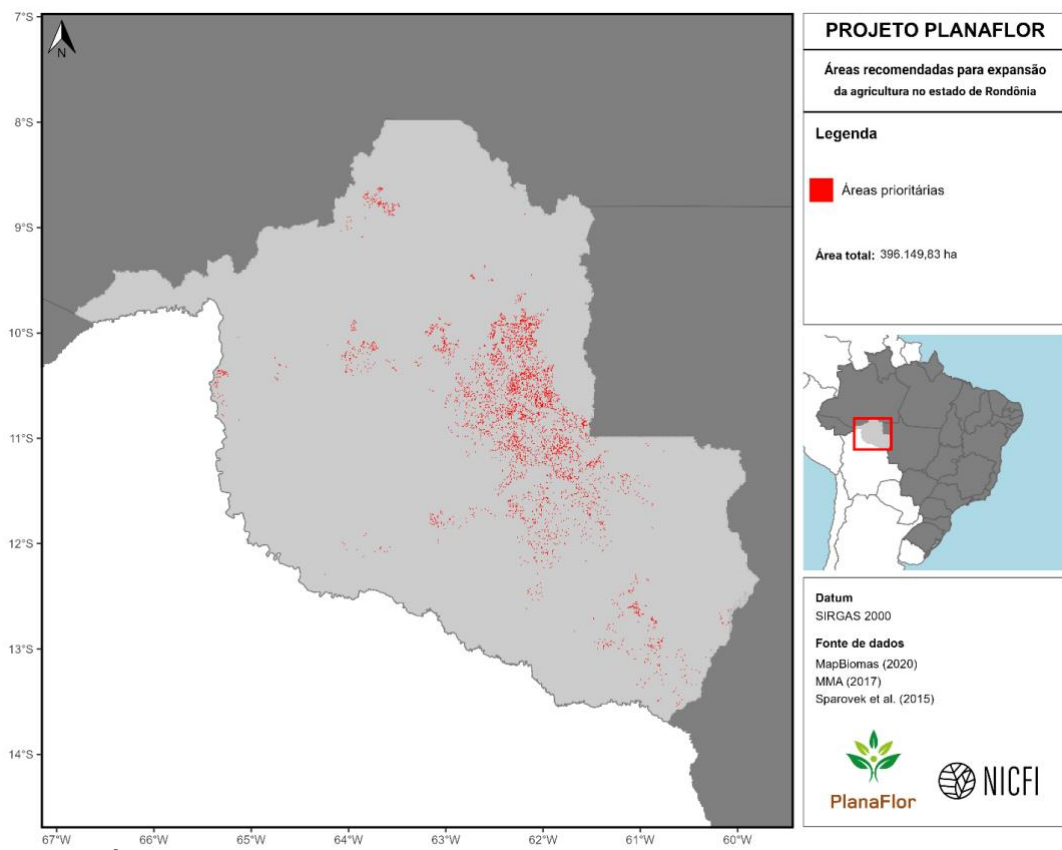


Figura 11: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado de Rondônia.

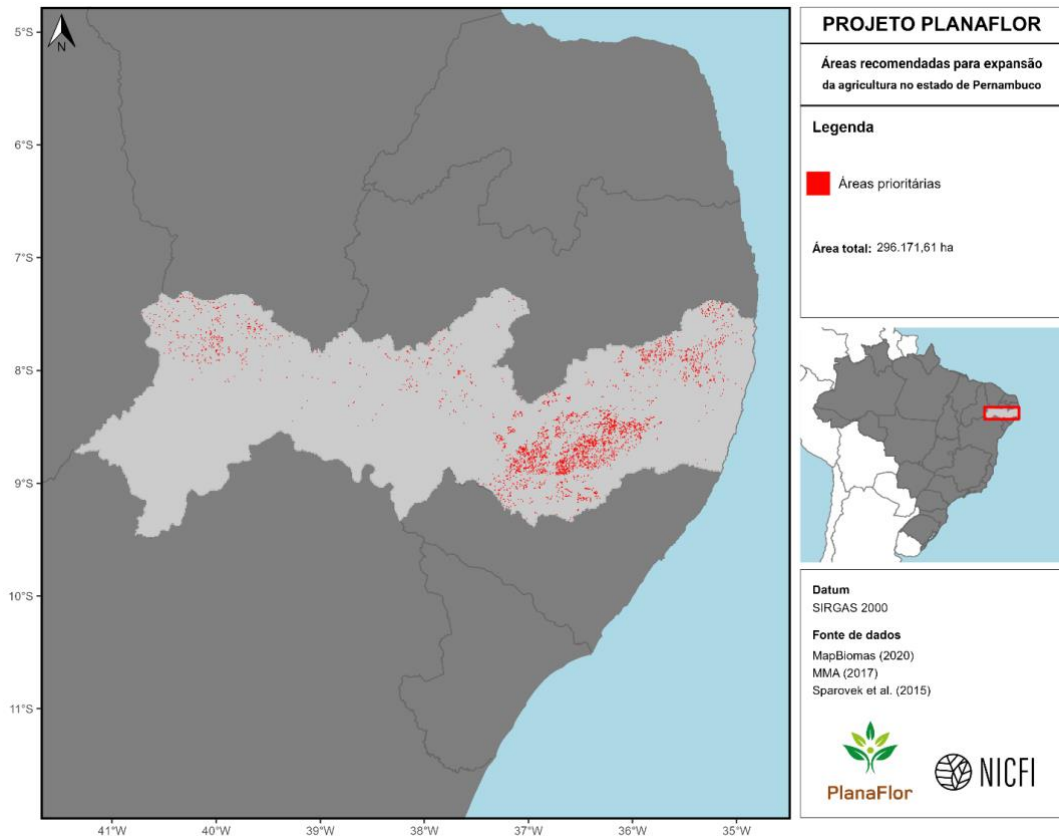


Figura 12: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado de Pernambuco.

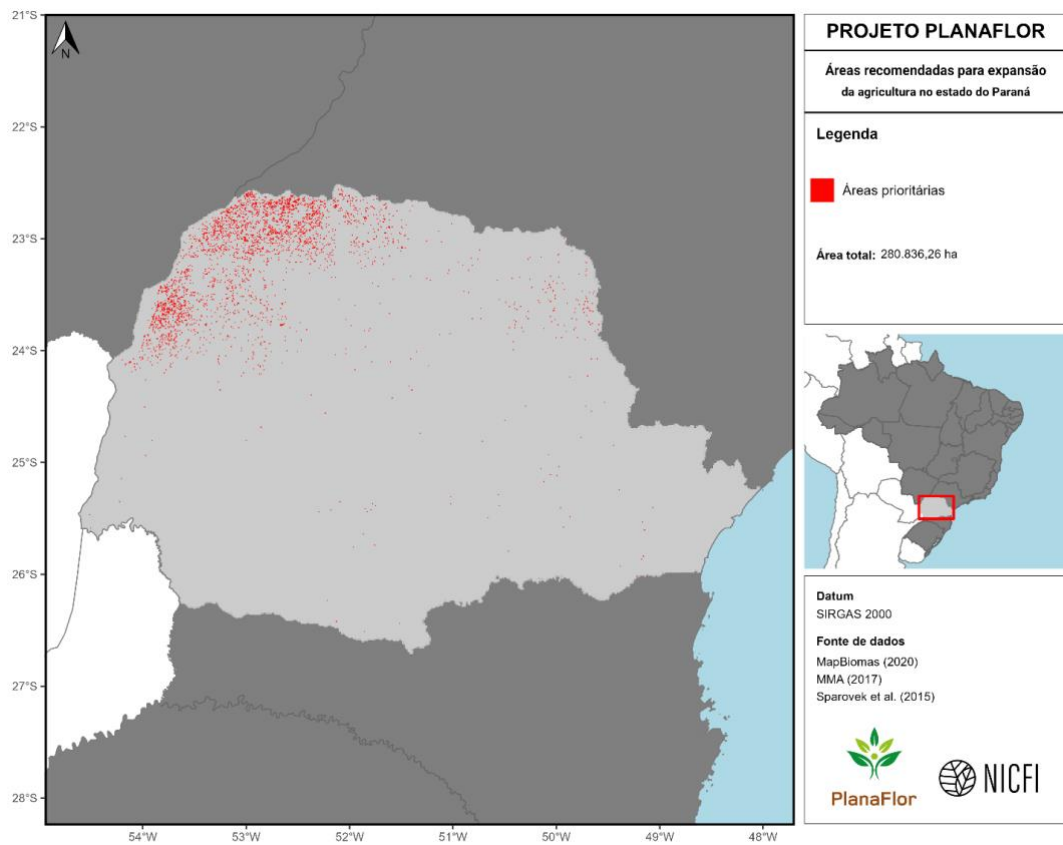


Figura 13: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado do Paraná.

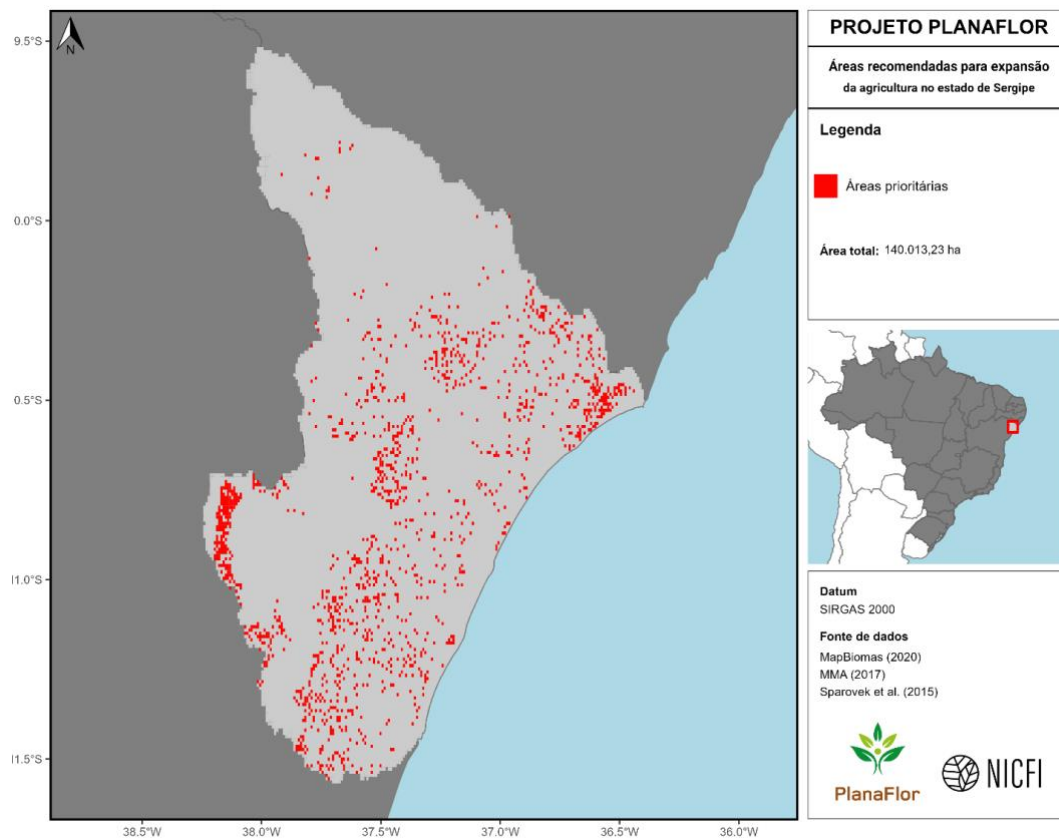


Figura 14: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado do Sergipe.

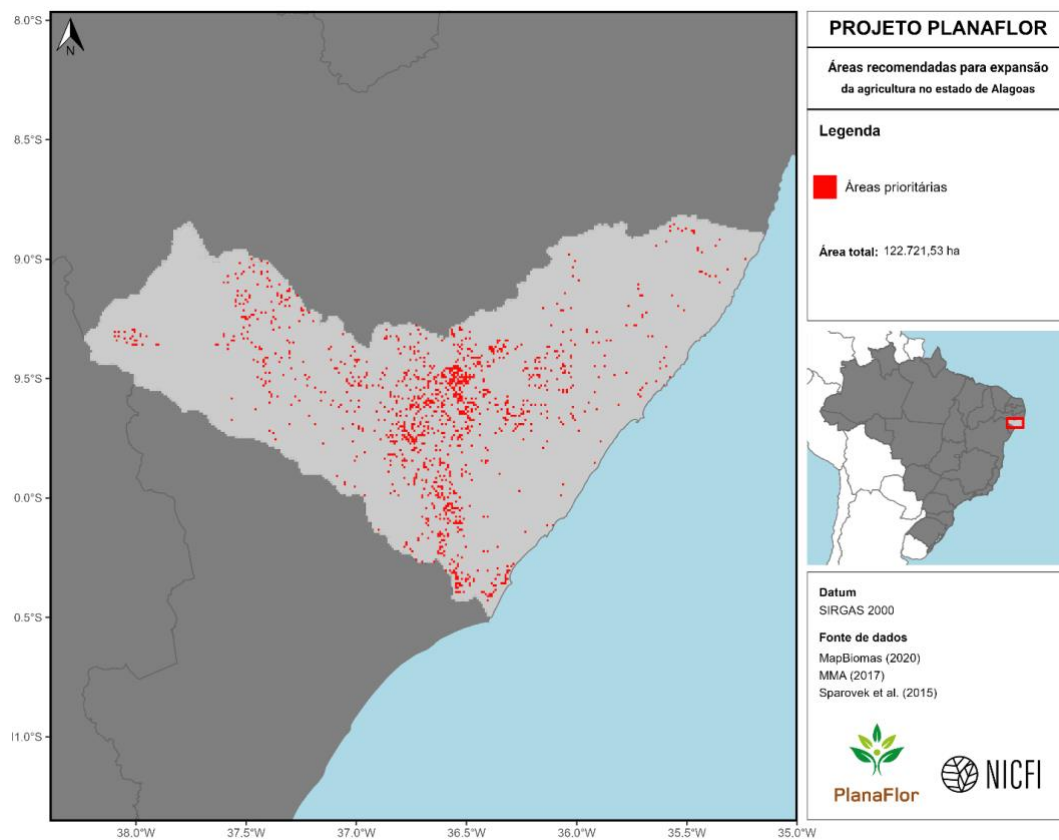


Figura 15: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado de Alagoas.

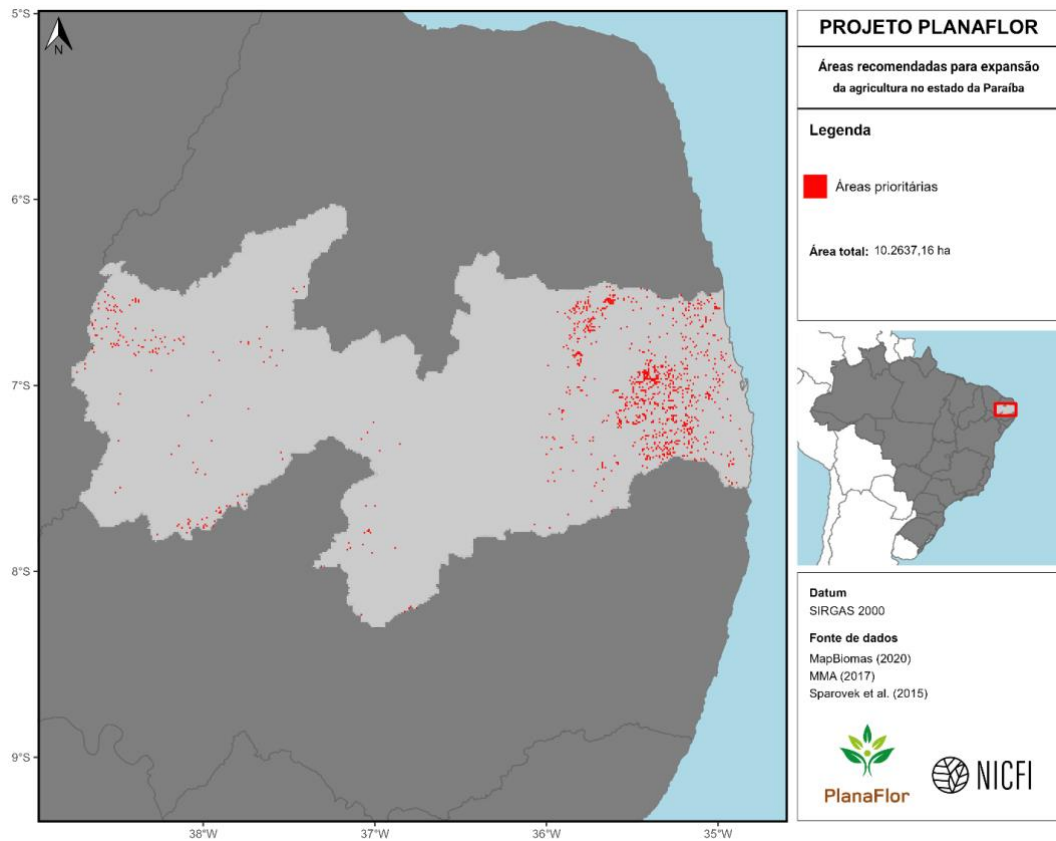


Figura 16: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado da Paraíba.

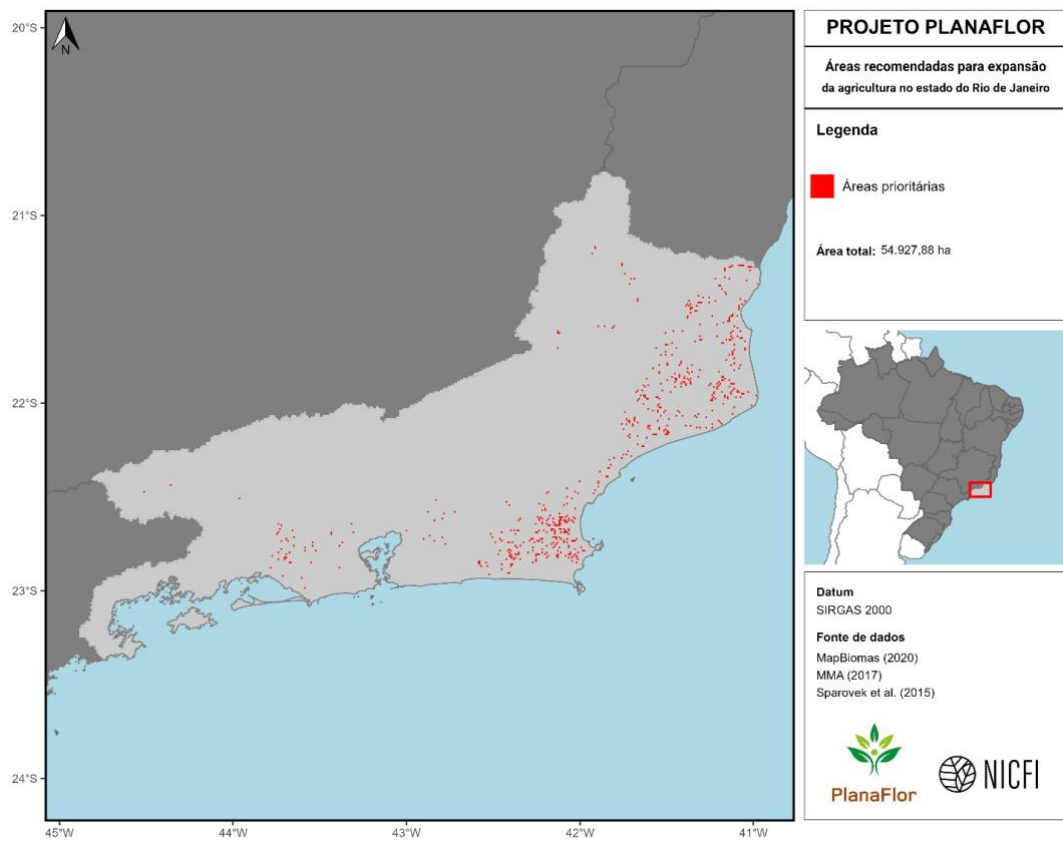


Figura 17: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado do Rio de Janeiro.

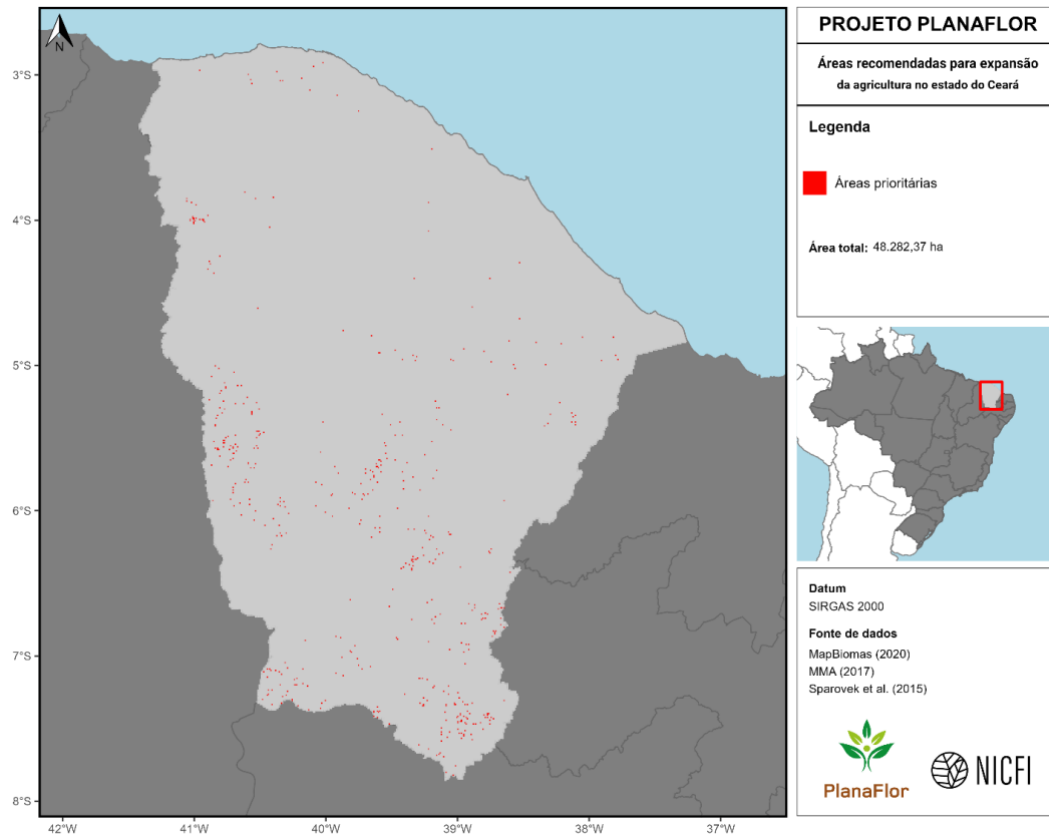


Figura 18: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado do Ceará.

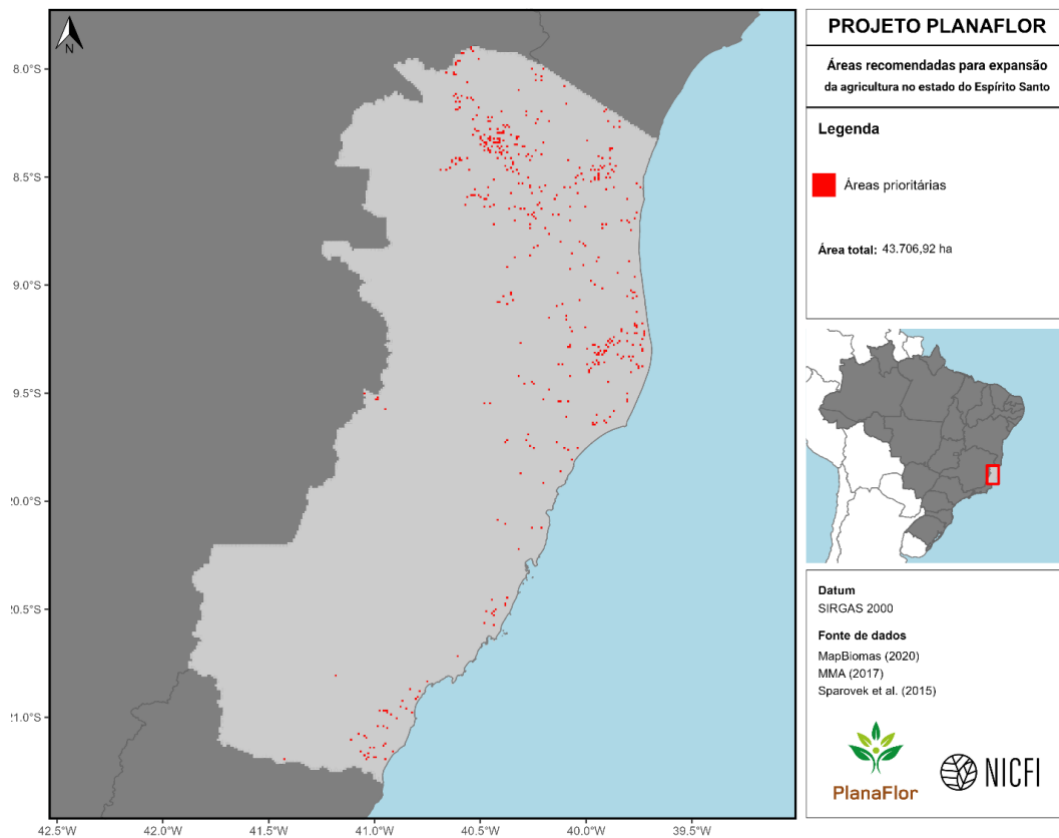


Figura 19: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado do Espírito Santo.

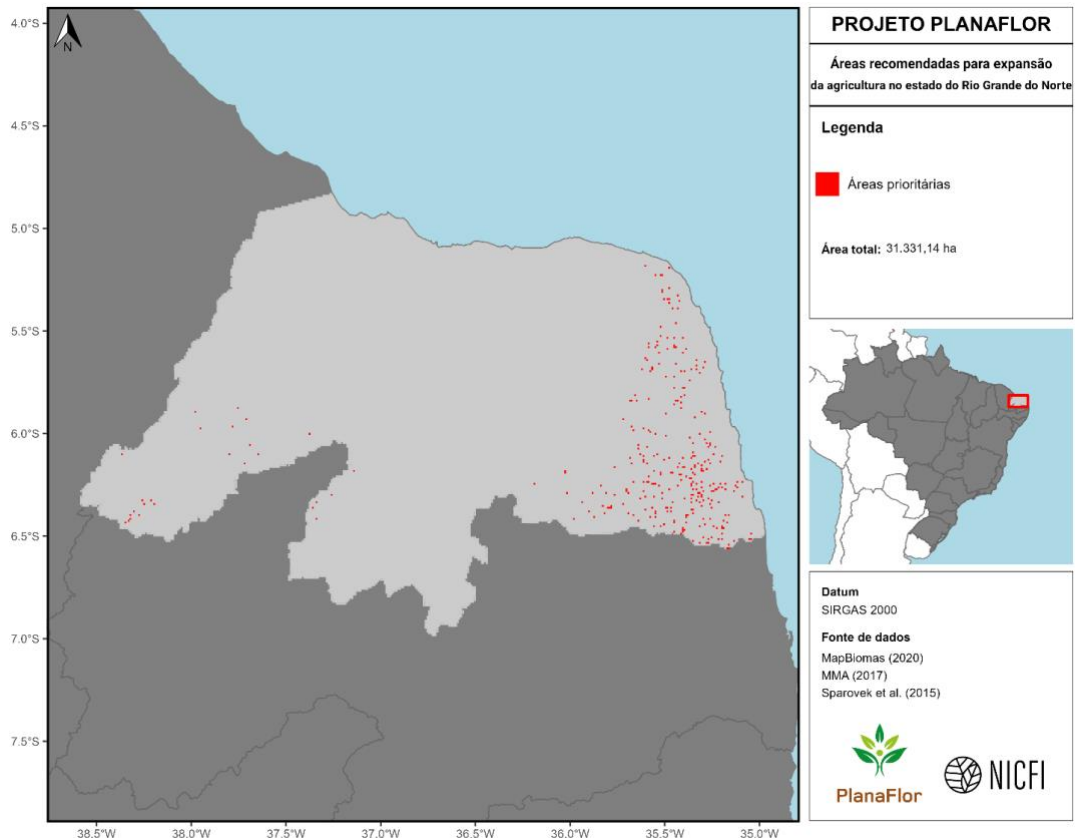


Figura 20: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado do Rio Grande do Norte.

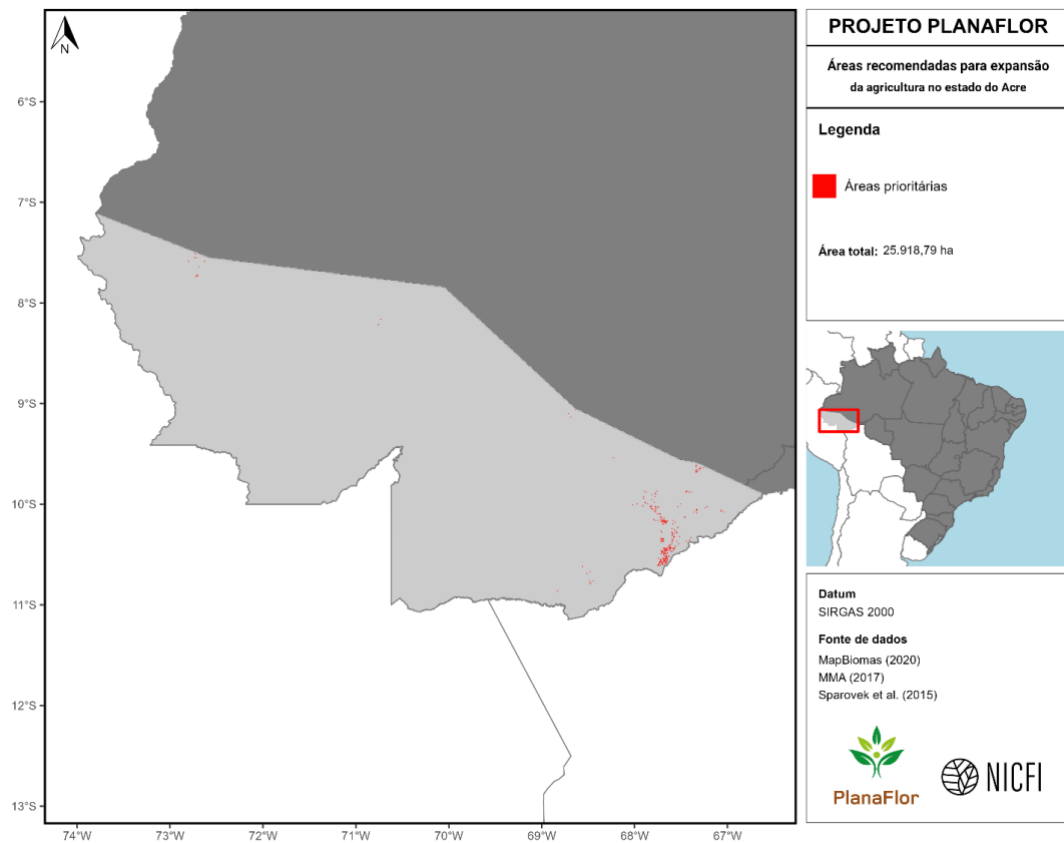


Figura 21: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado do Acre.

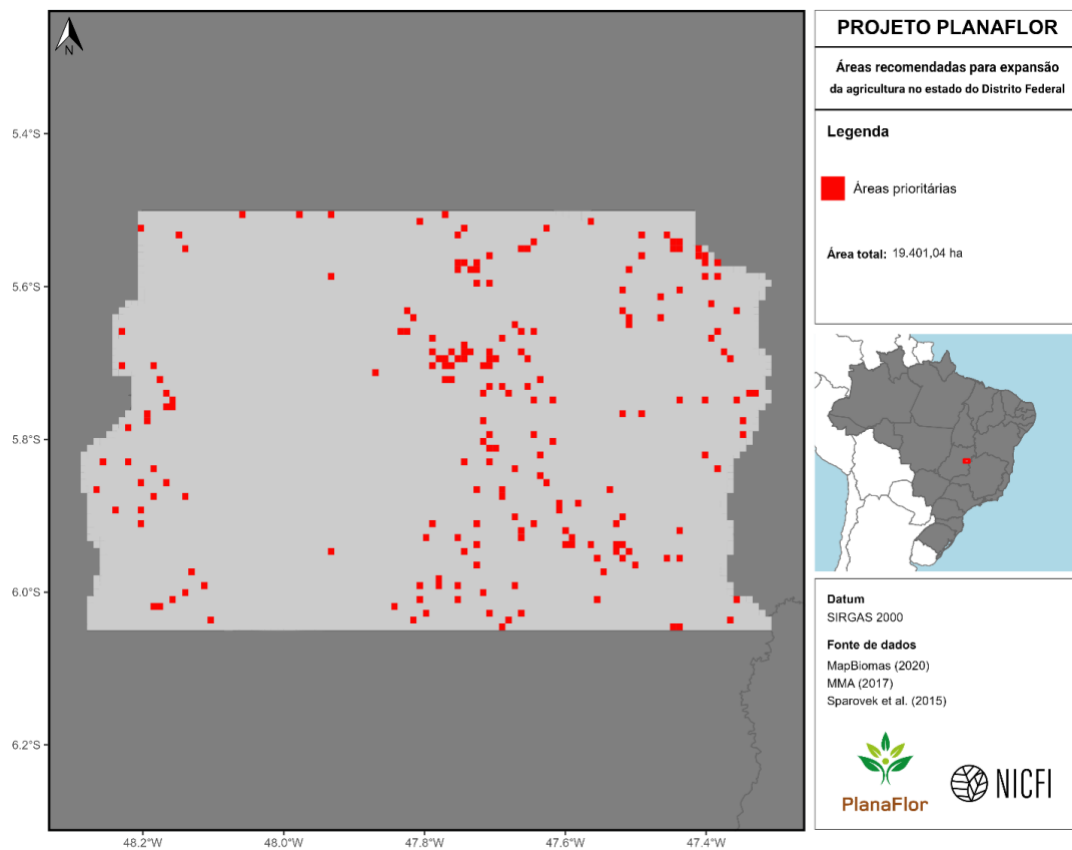


Figura 22: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no Distrito Federal.

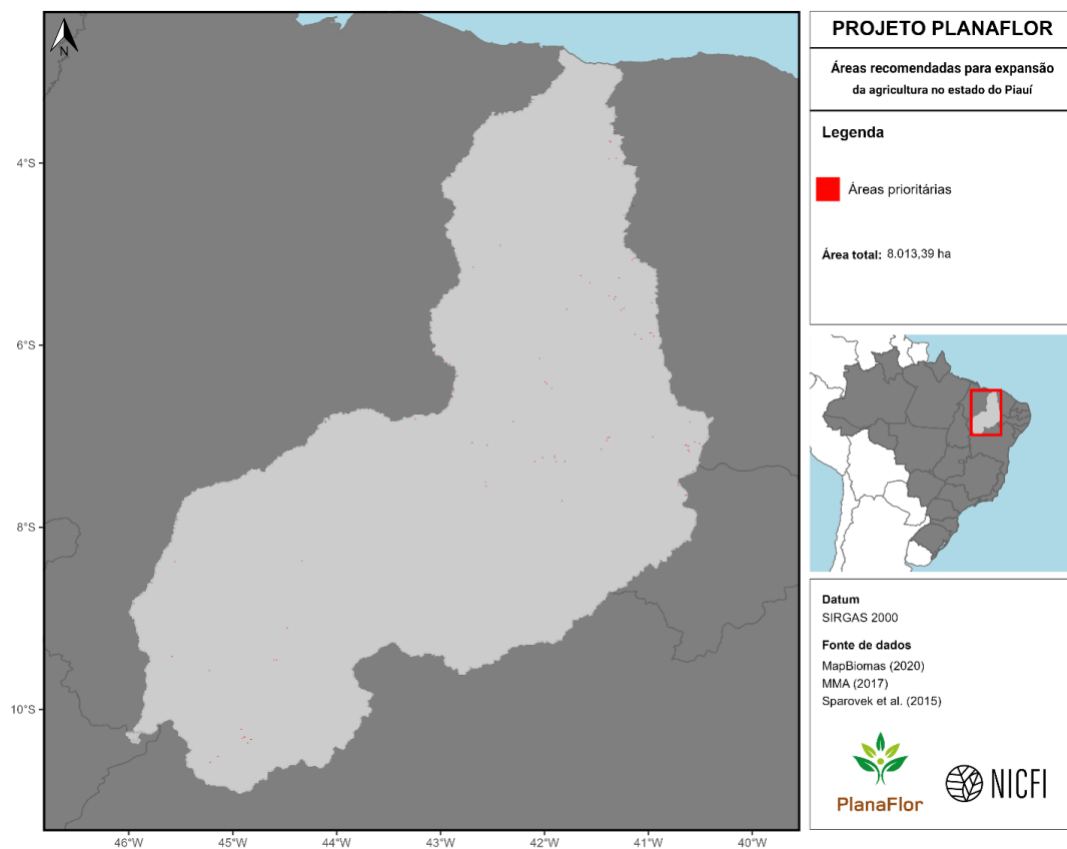


Figura 23: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado do Piauí.

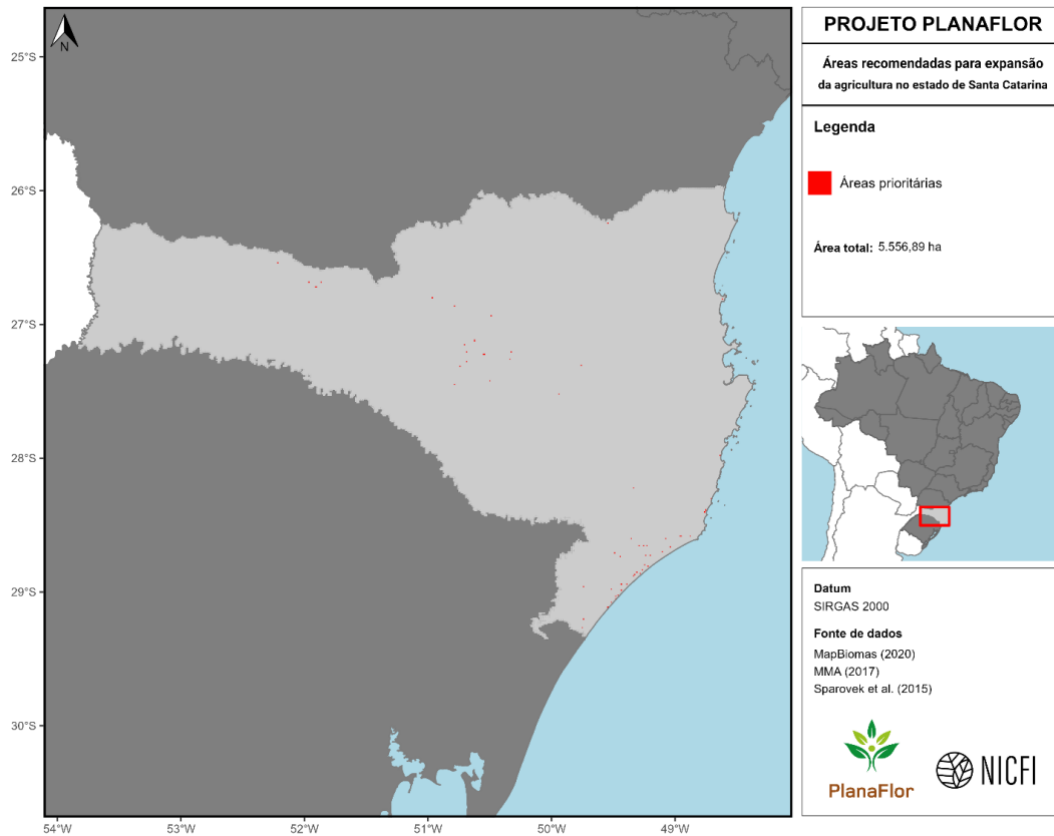


Figura 24: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado de Santa Catarina.

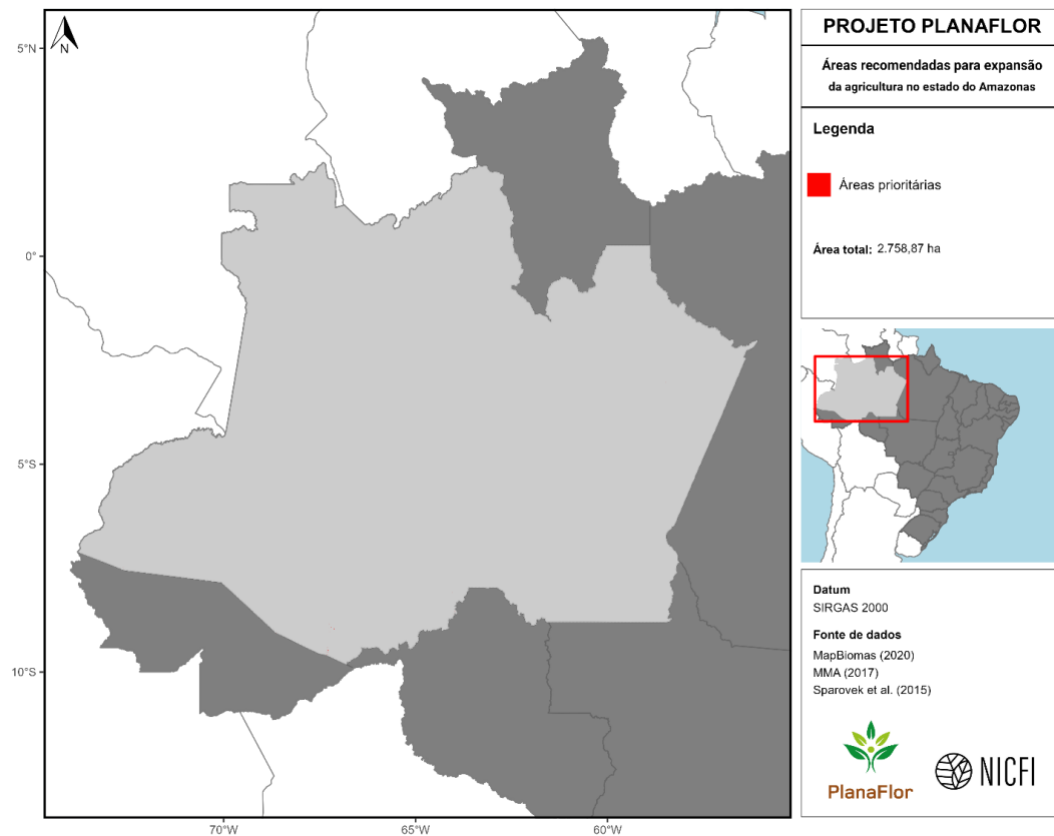


Figura 25: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado do Amazonas.

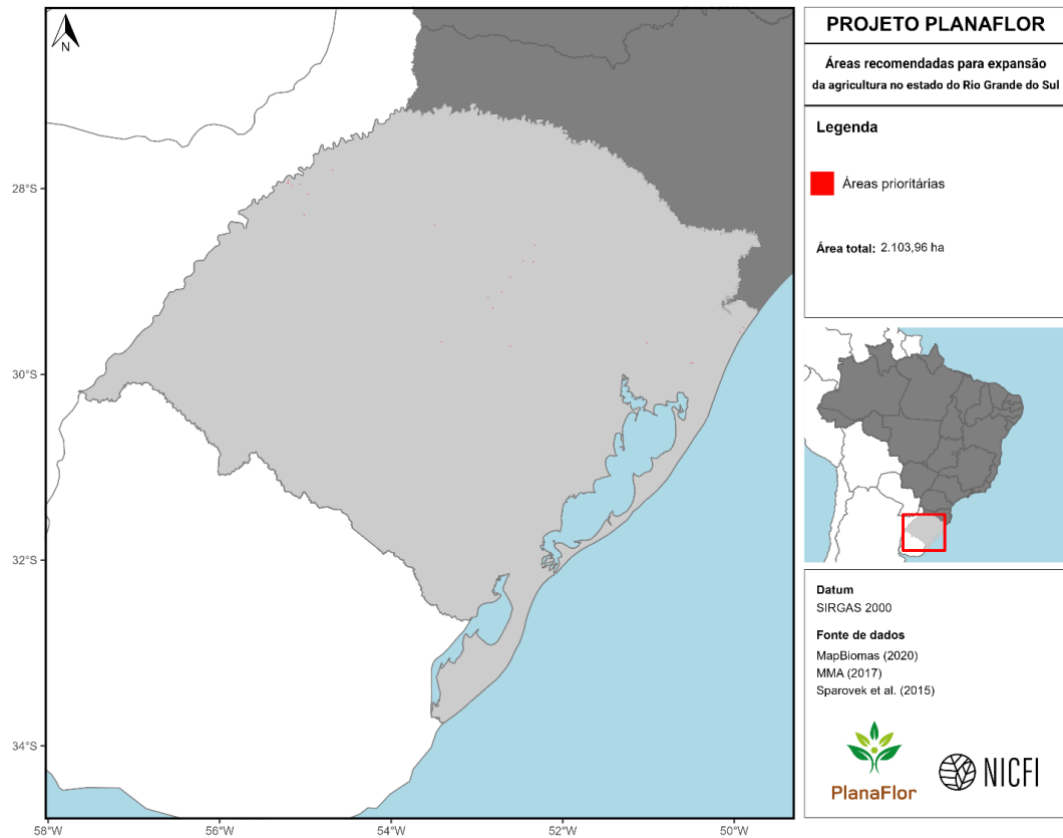


Figura 26: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado do Rio Grande do Sul.

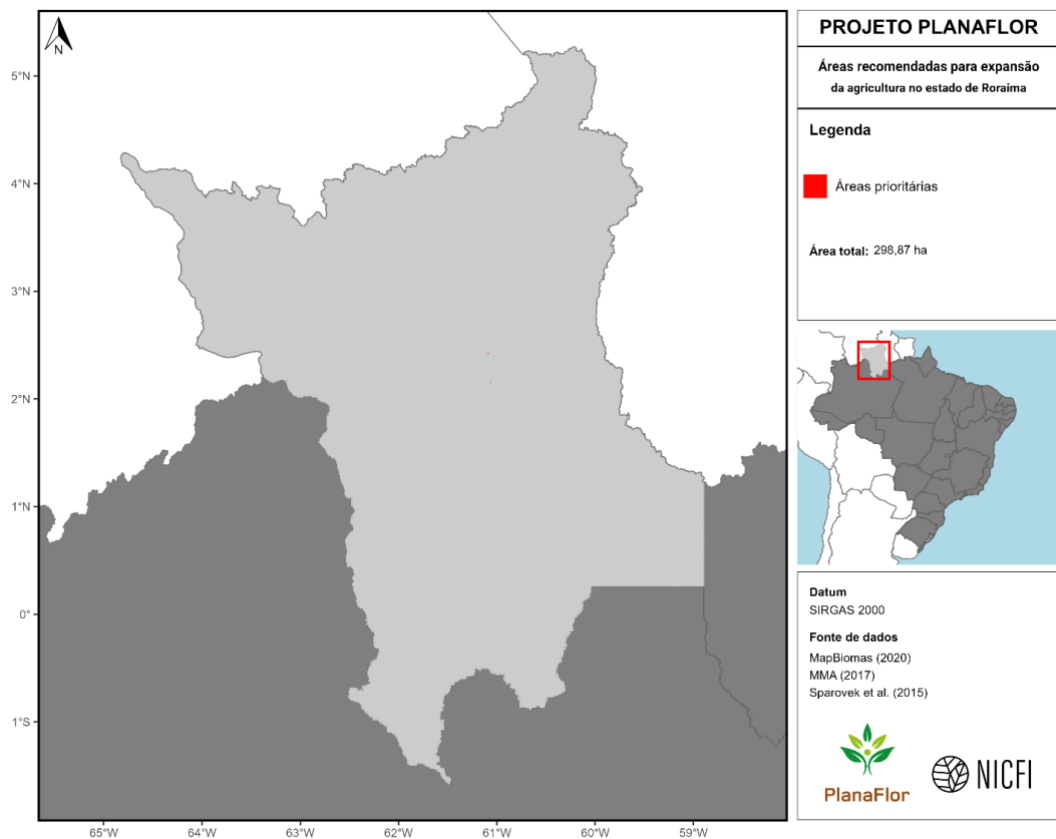


Figura 27: Áreas recomendadas para a expansão da agricultura no estado de Roraima.

Comparação com projeções do MAPA

Os resultados obtidos convergem com as projeções de expansão da agricultura para 2030/2031 do MAPA. Com exceção dos estados do Paraná e Rio Grande do Sul, todos os outros estados considerados como principais para expansão da agricultura pelo MAPA (i.e., os 12 estados com maior área projetada) estão entre os 10 estados com maior quantidade de áreas recomendadas para expansão da agricultura indicadas no PlanaFlor (Tabela 2 e Tabela 3). Os estados de Mato Grosso, Rio Grande do Sul e São Paulo são os únicos que apresentam áreas indicadas para expansão inferior às projeções do MAPA.

Tabela 3: Comparação entre os 12 estados com maiores áreas para expansão da agricultura nas projeções do MAPA para 2030/2031 e as áreas indicadas para expansão da agricultura no PlanaFlor.

Estado	Projeção MAPA (mil ha)	Área recomendada no PlanaFlor (mil ha)
Bahia	473	1.273
Goiás	1.293	1.882
Maranhão	349	630
Minas Gerais	789	1.906
Mato Grosso do Sul	1.020	3.409
Mato Grosso	3.091	1.154
Pará	436	2.240
Paraná	1.419	281
Rondônia	196	396
Rio Grande do Sul	1.034	2
São Paulo	807	747
Tocantins	405	924

Considerações

Os resultados encontrados reforçam estudos anteriores que demonstraram que o Brasil tem terras disponíveis suficientes para suprir as demandas da produção agrícola para as próximas décadas, sem a necessidade de conversão de vegetação nativa (Strassburg et al., 2014). Reforça-se que, a partir da combinação de pastagens degradadas, aptidão agrícola e potencial de regeneração natural da vegetação nativa, os resultados encontrados demonstram que é possível atingir as projeções oficiais de expansão da agricultura utilizando as áreas atualmente com pastagens degradadas. Além disso, a análise do PlanaFlor apresentou alta correspondência de expansão da agricultura nos mesmos estados projetados pelo MAPA.

Outros estudos demonstraram que as pastagens no Brasil possuem uma produtividade muito baixa quando comparadas com outros países (Strassburg et al., 2014; Latawiec et al. 2017). Deste modo, com o aumento da produtividade das pastagens brasileiras, é possível liberar áreas para a expansão da agricultura e para a recomposição da vegetação nativa. Strassburg et al. (2014) demonstraram que as demandas nacionais e internacionais por produtos agrícolas podem ser atendidas até 2040 sem a necessidade de conversão de habitats naturais. Para isso, seria necessária uma intensificação das pastagens, de 32% para 53% da capacidade de carga e que a produtividade por cabeça (produção de carne pelo número total de animais) continuasse aumentando, seguindo a tendência histórica.

Para aumentar a produtividade da pecuária e viabilizar a expansão da agricultura sobre as pastagens degradadas, uma série de estratégias deve ser considerada. É importante investimento em várias linhas, incluindo transferência de tecnologia, serviços de treinamento e provisão de crédito para o produtor melhorar o manejo e a produtividade das pastagens. Também é necessário reforçar políticas públicas já existentes, como o Programa ABC (Agricultura de Baixo Carbono), que apoia ações para mitigação das emissões de GEE da agricultura, e financia o melhoramento de pastagens, fixação de nitrogênio, Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e plantio direto. Além disso, é necessário fornecer incentivos para direcionar a agricultura para pastagens degradadas, o que poderia ser feito a partir de crédito rural facilitado e o planejamento adequado a nível regional.

Material e Métodos

Seleção de critérios

Para gerar o mapa de áreas recomendadas para expansão da agricultura foram considerados três critérios, representando aspectos econômicos e ambientais: (1) área de pastagem degradada, (2) aptidão agrícola da terra, e (3) potencial de regeneração natural. Esses critérios foram selecionados com base em estudos prévios (Strassburg et al., 2014; Alkimim et al., 2015; Molin et al., 2018; Strassburg et al., 2019; Crouzeilles et al., 2020) de otimização das políticas de ordenamento territorial que indicam que é possível aumentar a área destinada à agricultura no Brasil, sem a necessidade de supressão de vegetação nativa.

A abordagem visou apontar pastagens mal manejadas que podem ser convertidas para a agricultura sem grandes prejuízos para a pecuária, uma vez que a degradação das pastagens é uma das principais causas de baixa produtividade da pecuária (Oliveira Silva et al., 2017; Latawiec et al., 2019). A metodologia visou apontar as áreas excedentes de pecuária mal manejadas que podem ser convertidas para a agricultura. Para tanto, toma-se como premissa que as áreas de pastagens existentes são suficientes para atender a demanda atual e futura, mediante o melhoramento do manejo e aumento de lotação de cabeças/ha (Strassburg et al., 2014; 2019; Alkimim et al., 2015; Latawiec et al., 2019).

Além disso, foi utilizado como critério econômico a aptidão agrícola da terra, selecionando apenas áreas com alta aptidão. Por fim, o critério ambiental selecionado foi o potencial de regeneração natural, de forma a excluir áreas com alto potencial para a regeneração de vegetação nativa destinadas ao cumprimento da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei 12.651 de 2012).

Pastagem degradada

A distribuição espacial das pastagens degradadas foi determinada a partir do refinamento do dado original da classe Pastagens do MapBiomas (coleção 5), que não contém detalhes sobre o nível de degradação dessas pastagens, associado com os dados do projeto “Qualidade de Pastagem”, também do MapBiomas (Ferreira et al. 2020). A combinação dessas duas bases de dados resultou, em cinco classes de pastagens: não degradada, baixa degradação, média degradação, alta degradação e pastagem sem informação. Maiores detalhes sobre o processamento dos dados de pastagem podem ser encontrados no produto “Mapeamento e estimativa da área total coberta por agricultura (cultivos e energia), florestas plantadas, pastagens e manejo florestal no Brasil” (PlanaFlor, 2021). A resolução do raster gerado deste refinamento foi convertida de 30 m² para 1 km².

Aptidão agrícola da terra

Os dados sobre a aptidão agrícola da terra se referem a adequação da terra para culturas temporárias e foram obtidos do estudo de Sparovek et al. (2015, ver descrição em Tavares et al., 2021). A composição desse parâmetro foi gerada a partir de três componentes: i) qualidade do solo (profundidade, drenagem, teor de argila e fertilidade do solo), ii) declividade (altitude e declividade) e iii) clima (capacidade de água disponível, índice de água e temperatura, que avalia o déficit hídrico no campo de uma cultura anual padrão). O dado inicial apresentava valores contínuos de 0 a 1.000, no qual zero indicava inaptidão para cultura e 1.000 condição natural totalmente favorável para implantação da cultura. Posteriormente, o dado foi reclassificado em três categorias de aptidão agrícola com base nos tercis para: baixa, média e alta aptidão. A resolução do *raster* foi convertida de 30 m² para 1 km².

Potencial de regeneração natural

Para a análise do potencial de regeneração foram utilizados os dados do Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG) realizado em 2017 pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2017). O dado consiste em uma análise de agrupamento de informações edafoclimáticas, ambientais e socioeconômicas na escala de otobacia nível 12 da Agência Nacional de Águas (ANA), cuja área média equivale a 5.000 ha. Os resultados foram validados por especialistas de cada bioma e, posteriormente, revisados e classificados em três categorias de potencial de regeneração: alto, médio e baixo (MMA, 2017). O dado inicial estava no formato *shapefile* com valores para cada otobacia de todo o Brasil e foi convertido em *raster* de 1 km².

Critério descartado

Inicialmente foi cogitado um critério de tendência de expansão da agricultura representado pelos dados do Otimizagro (Soares-Filho et al., 2016), os quais projetam a expansão agrícola para todo o Brasil até 2050. Porém, após a realização de testes estatísticos esse critério foi descartado por apresentar baixa correlação com o uso e cobertura da terra. Os testes realizados foram o cálculo do índice kappa e exatidão global com base em uma matriz de confusão entre os dados simulados do Otimizagro para 2017 e os dados de uso e cobertura da terra do mesmo ano do MapBiomas (coleção 5). Os testes mostraram uma baixa correspondência entre o dado simulado (Otimizagro) e o observado (MapBiomas) para 2017 (Anexo 1). A classe de agricultura, foco dessa análise, apresentou apenas 37% de índice de exatidão, o menor entre todas as classes analisadas. O índice kappa entre um mapa e outro foi de 0,49, valor considerado baixo para esta análise estatística (Shivakumar e Rajashekaradhya, 2018).

Seleção de áreas recomendadas

Para a seleção de áreas recomendadas foi utilizado o método de target-based para políticas públicas de uso e cobertura da terra (Reside et al., 2017), no qual critérios de interesse são combinados para se atingir uma meta de área de expansão desejada, enquanto objetivos

ambientais e econômicos são mantidos. Os critérios considerados na análise foram os rasters de pastagem degradada, aptidão agrícola da terra e potencial de regeneração natural, os quais cobriam todo o território nacional e estavam padronizados na mesma resolução espacial (1 km²). A meta escolhida foi a projeção de expansão agrícola segundo o MAPA, que visa uma expansão agrícola de 11,3 Mha para 2030/31 (MAPA, 2021). Esse valor se refere à expansão da agricultura em novas áreas, sem considerar a substituição de culturas.

O intuito nessa etapa foi selecionar áreas recomendadas para a expansão da agricultura que atualmente apresentam baixa produtividade para a pecuária (pastagens degradadas), enquanto fosse garantido áreas com características adequadas para a agricultura (alta aptidão agrícola) e ao mesmo tempo evitando áreas com potencial para recomposição da vegetação nativa visando o cumprimento do Código Florestal (i.e., áreas com alto potencial de regeneração natural). Dessa forma, para os dados de pastagem degradada e aptidão agrícola da terra foi atribuída maior prioridade para as classes de maior degradação e aptidão, respectivamente. Em contrapartida, para potencial de regeneração natural foram consideradas como prioritárias as áreas com baixo potencial de regeneração (Figura 28).

Inicialmente, foram selecionadas áreas que satisfizessem a seguinte combinação: pastagem com alto nível de degradação, aptidão agrícola alta e baixo potencial de regeneração. Tal combinação resultou em um total de 9,1 Mha em todo o país, o suficiente para alcançar 80,6% da meta de 11,3 Mha, pré-definida a partir do MAPA. Para atingir toda a meta, foram selecionadas também pastagens com médio nível de degradação, mantendo os demais critérios (aptidão agrícola alta e baixo potencial de regeneração), o que cobriu mais 6,6 Mha, que foi suficiente para atingir a meta de expansão da agricultura projetada para 2030/31.



Figura 28: Combinação dos critérios para a seleção de áreas recomendadas para a expansão da agricultura. Para atingir a meta de expansão da agricultura, foram selecionadas áreas de pastagens com alto e médio nível de degradação, aptidão agrícola alta e baixo potencial de regeneração. A seta indica aumento de prioridade/recomendação entre as classes (baixa, média e alta).

Para avaliar a convergência espacial com as projeções do MAPA, a lista dos estados com maior expansão agrícola projetada pelo MAPA foi comparada com os estados com maior extensão de área recomendada para expansão da agricultura, a partir da análise realizada no Planaflor.

Referências bibliográficas

Alkimim, A.; Sparovek, G.; Clarke, K.C. Converting Brazil's pastures to cropland: An alternative way to meet sugarcane demand and to spare forestlands. *Applied Geography*, v. 62, p. 75-84, 2015.

Appendix, Collection 5, Version 1.

Crouzeilles, R., Beyer, H.L., Monteiro, L.M., Feltran-Barbieri, R., Pessôa, A.C.M., Barros, F.S.M., Lindenmayer, D.B., Lino, E.D.S.M., Grelle, C.E.V., Chazdon, R.L., Matsumoto, M., Rosa, M., Latawiec, A.E., Strassburg, B.B.N., 2020. Achieving cost-effective landscape-scale forest restoration through targeted natural regeneration. *Conserv. Lett.* 13. <https://doi.org/10.1111/conl.12709>

Ferreira, L., Parente, L., Mesquita, V., Santos, C.O., Matos, A.P., 2020. MapBiomass - Pasture

Latawiec, A.E. et al. Biochar amendment improves degraded pasturelands in Brazil: environmental and cost-benefit analysis. *Nature Sci Rep*, 9, 11993, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47647-x>

Latawiec, A.E. et al. Improving land management in Brazil: A perspective from producers. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 240, p. 276-286, 2017.

MAPA (2021) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Pecuária e Abastecimento. PROJEÇÕES DO AGRONEGÓCIO. Brasil 2020/21 a 2030/31. Projeções de Longo Prazo. Secretaria de Política Agrícola. 102 páginas.

MMA (Ministério do Meio Ambiente), 2017. Potencial de Regeneração Natural da Vegetação Nativa nos Biomas Brasileiros - Relatório Final Resultados Modelagem. Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa, MMA.

Molin, PG; R. Chazdon. S. Frosini de Barros Ferraz. P. H. S. Brancalion. A landscape approach for cost-effective large-scale forest restoration. *J. Appl. Ecol.* 55. 2767–2778 (2018).

Oliveira-Silva, R.; Barioni, L.G.; Hall, J.A.J.; Moretti, A.C.; Veloso, R.F.; Alexander, P.; Cresolini, M.; Moran, D. Sustainable intensification of Brazilian livestock production through optimized pasture restoration. *Agricultural Systems*, v. 153, p. 201-211, 2017.

Reside, A.E. et al. Ecological consequences of land clearing and policy reform in Queensland. *Pacific conservation biology*, v. 23, n3, p. 219-230, 2017.

Shivakumar, B.R.; Rajashekaradhy, S.V. Na investigation on land cover mapping capability of classical and fuzzy based maximum likelihood classifiers. *International Journal of Engineering & Technology*, v.7, n.2, p. 939-947, 2018.

Soares-Filho, B. et al. Brazil's market for trading forest certificates. *PLoS One* 11.4 (2016): e0152311.

Sparovek, G., Barretto, A., Matsumoto, M., Berdes, G., 2015. Effects of governance on availability of land for agriculture and conservation in Brazil. *Environ. Sci. Technol.* 49, 10285–10293. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01300>.

Strassburg et al. Strategic approaches to restoring ecosystems can triple conservation gains and halve costs. *Nature Ecology & Evolution*, v.3, p.62-70, 2019.










Strassburg, B.B.N.; Latawiec, A.E.; Barioni, L.G.; Nobre, C.A.; da Silva, V.P.; Valentim, J.F.; Vianna, M.; Assad, E.D. When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. *Global Environmental Change*, v. 28, p. 84-97, 2014.

Tavares, P.A.; Brites, A.D.; Guidotti, V.; Molin, P.G.; Mello, K.; Santos, Z.L.; Guedes Pinto, L.F.; Metzger, J.P.; Rodrigues, R.R.; Joly, CA; Sparovek, G. Testing temporal benchmarks effects on the implementation of the new Brazilian Forest Act. *Environmental Science & Policy*, v. 126, p. 213-222, 2021.

Anexo 1

Matriz de Confusão entre dados projetados do Otimizagro para o ano de 2017 e uso e cobertura do solo MapBiomas (2017, coleção 5).

	Floresta	Agricultura	Pastagem	Outros	Total	Erros de omissão	Omissão (%)
Floresta	18.861.118	827.475	3.120.491	335.157	23.144.241	4.283.123	0,19
Agricultura	295.126	1.003.063	990.681	25.606	2.314.476	1.311.413	0,57
Pastagem	1.902.979	812.783	4.735.072	157.618	7.608.452	2.873.380	0,38
Outros	147.302	30.400	92.448	499.736	769.886	270.150	0,35
Total	21.206.525	2.673.721	8.938.692	1.018.117	25.098.989	8.738.066	
Erros de comissão	2.345.407	1.670.658	4.203.620	518.381	8.738.066		0,74
Acertos %	0,89	0,38	0,53	0,49			
Comissão %	0,11	0,62	0,47	0,51			

	Imagem a ser avaliada (Otimizagro)
	Checagem de campo (MapBiomas 2017)
	Linhas marginais
	Colunas marginais
	Diagonal apresenta os polígonos ou pixels classificados corretamente
	Somatório da diagonal mostra o número total de polígonos ou pixels classificados corretamente
	Exatidão global
	Total omissão
	Total comissão



PlanaFlor

Áreas recomendadas para expansão da agricultura no Brasil

Projeto PlanaFlor



Financiamento



NICFI
Norway's
International Climate
and Forest Initiative