

2281

TEXTO PARA DISCUSSÃO

A QUESTÃO AMBIENTAL E A EXPANSÃO DA FRONTEIRA AGRÍCOLA NA DIREÇÃO DO MATOPIBA BRASILEIRO

Junior Ruiz Garcia
José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

A QUESTÃO AMBIENTAL E A EXPANSÃO DA FRONTEIRA AGRÍCOLA NA DIREÇÃO DO MATOPIBA BRASILEIRO

Junior Ruiz Garcia¹

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho²

1. Doutor em desenvolvimento econômico, espaço e meio ambiente pelo Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (IE/Unicamp) e professor adjunto do Departamento de Economia da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Bolsista de produtividade em pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), nível 2, CA EA, administração, contabilidade e economia. *E-mail*: <jrgarcia@ufpr.br>.

2. Técnico de planejamento e pesquisa do Ipea, secretário executivo da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (Sober) e professor do Programa de Pós-graduação em Agronegócio da Universidade de Brasília (Propaga/UnB). *E-mail*: <jose.vieira@ipea.gov.br>.

Governo Federal

Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão

Ministro interino Dyogo Henrique de Oliveira

ipea

Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Ernesto Lozardo

Diretor de Desenvolvimento Institucional, Substituto

Carlos Roberto Paiva da Silva

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia

João Alberto De Negri

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

José Ronaldo de Castro Souza Júnior

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais

Alexandre Xavier Ywata de Carvalho

Diretora de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura

Fernanda De Negri

Diretora de Estudos e Políticas Sociais

Lenita Maria Turchi

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais

Sérgio Augusto de Abreu e Lima Florêncio Sobrinho

Assessora-chefe de Imprensa e Comunicação

Regina Alvarez

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Ipea, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – ipea 2017

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica
Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais.
I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

JEL: O13, Q5, R14.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO7

2 MÉTODO DE ANÁLISE E DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO9

3 O PANORAMA AMBIENTAL DO MATOPIBA.....13

4 O PAPEL DAS RESTRIÇÕES AMBIENTAIS NA AGRICULTURA DO MATOPIBA40

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....55

REFERÊNCIAS57

SINOPSE

Incorporar a dimensão ambiental à análise econômica e à tomada de decisão de todos os agentes é importante para compreender a expansão da fronteira agrícola no Brasil. A demanda por recursos naturais e por terra acompanha o crescimento da economia. A ocupação da fronteira agrícola brasileira tem assegurado a oferta de terras para suprir a demanda da agricultura. Dada a limitação de recursos naturais, o setor tem enfrentado novos desafios para manter o crescimento da produção. Buscou-se identificar e avaliar a situação ambiental na região do Matopiba, composta pelos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e da Bahia, ocupando 73 milhões de hectares. O que viabiliza a expansão agropecuária em terras improdutivas e com baixa aptidão à produção? A resposta é conhecimento e tecnologia. Portanto, avaliar o Matopiba somente por variáveis físicas e geoclimáticas é desconsiderar a gestão do conhecimento e da tecnologia. O potencial agrícola do Matopiba existe, mas é preciso investir em ciência, que possa ampliar o potencial produtivo da região. Realizou-se o tratamento de dados estatísticos com o auxílio de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). Este estudo faz uma análise somente da questão ambiental, mas considera que a região é um vetor importante de expansão agropecuária e de desenvolvimento local, justamente num espaço econômico que necessita de investimentos na direção de minimizar as desigualdades econômicas e sociais, questão que poderia ser refletida em políticas públicas de maior investimento em pesquisa e de geração de tecnologias adaptadas à realidade local.

Palavras-chave: potencial agrícola; fronteira agrícola; restrições ambientais; restrições institucionais; Cerrado.

ABSTRACT

Incorporate the environmental dimension to the economic analysis and the decision-making of all stakeholders is important to analyse the expansion of agricultural frontier in Brazil. Demand for natural resources and land follows the growth of the economy. In Brazil, the occupation of new areas has secured the supply of land to meet the increasing demand of agriculture. In view of limited natural resources, the sector is facing new challenges to keep the growth of production. It seeks to identify and assess the environment status in the Matopiba. The region comprises the states

of *Maranhão*, *Tocantins*, *Piauí*, and *Bahia*, occupying 73 million of the hectares. What makes an agricultural expansion feasible in unproductive lands with low production capacity? The answer is knowledge and technology. Therefore, we can not only evaluate Matopiba by physical and geoclimatic variables without the background management of knowledge and technology. The agricultural potential of Matopiba exists, but it does require investments in science, which can increase the productive potential of this region. The study uses the Geographic Information Systems' tools (GIS) to treat the statistical data. It also analyzes the environmental question, but this region is an important vector of agricultural expansion and local development, which requires investments for minimizing economic and social inequalities, a problem that could be solved by public policies on research and technologies locally adapted .

Keywords: agricultural potential; agricultural frontier; environmental constraints; institutional constraints; Savanna.

1 INTRODUÇÃO

O novo contexto histórico, caracterizado pela escassez de recursos naturais, pelo elevado grau de degradação do meio ambiente e diante dos potenciais efeitos das mudanças climáticas, colocou a dimensão ambiental na agenda política e na tomada de decisão dos agentes. No entanto, a ausência de informações e de bases de dados dificulta a adequada consideração da dimensão ambiental na tomada de decisão. Há uma preocupação cada vez maior no impacto que atividades econômicas têm na dinâmica produtiva e ambiental.

Esta preocupação significa que atividades econômicas podem, em determinada situação, reduzir o grau de bem-estar, quando o benefício marginal do produto econômico é menor que o seu custo marginal (privado e social) da geração desse produto (Daly e Farley, 2011). Isso acontece porque as atividades econômicas podem gerar custos ambientais e sociais, que não têm sido incorporados nos preços dos produtos econômicos. A deterioração da capacidade de assimilação e de regeneração dos ecossistemas – resiliência – vem demandando uma profunda revisão na relação que a sociedade mantém com o meio ambiente (Margulis *et al.*, 2002).

Segundo Cechin e Veiga (2010), a utilização excessiva dos recursos naturais sem uma preocupação de longo prazo pode prejudicar o desenvolvimento de gerações futuras. No início, os recursos naturais parecem inesgotáveis e suas reduções são mascaradas pelas oscilações registradas ao longo do tempo, mas, que, no limite, podem levar ao colapso produtivo. Neste sentido, talvez seja possível afirmar que a ausência de um adequado sistema de gestão ambiental na tomada de decisão possa levar à decadência de determinado sistema de produção.

Esse contexto pode ser visualizado do ponto de vista em que a sociedade usa mais recursos naturais do que o provimento natural do ecossistema global. Em resumo, a expansão da produção agrícola alcança o seu limite possível via ocupação de novas fronteiras (Fritz *et al.*, 2015), e talvez para a própria manutenção da escala de produção. Esta contingência tem sido evidenciada pelas frequentes quebras na produção agrícola em função dos crescentes problemas ecológicos (Ray *et al.*, 2015).

Portanto, com a escassez cada vez maior dos recursos naturais, o desenvolvimento tecnológico, como já estudado por Vieira Filho e Silveira (2011; 2012), torna-se fundamental nesse processo, já que a variável ambiental passa, de certa maneira, a ser mensurada dentro do sistema de preços. É possível produzir de forma eficiente e manter, simultaneamente, padrões de produção sustentável (Soterroni *et al.*, 2016; Gurgel e Laurenzana, 2016; Ferreira Filho, Ribera e Horridge, 2016).

A discussão internacional na tentativa de encontrar modelos alternativos para a dinâmica socioeconômica ganhou corpo com os relatórios do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) e pela academia. Em 1987, a Comissão do Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas (WCED) publicou o relatório *Our Common Future*. Neste documento, foi apresentado oficialmente ao mundo o conceito de *desenvolvimento sustentável*, entendido como a habilidade da humanidade em assegurar suas necessidades do presente sem comprometer a habilidade de que as gerações futuras assegurem o atendimento de suas necessidades futuras (WCED, 1987).

O resultado prático tem sido a discussão sobre a necessidade de considerar, na análise econômica, a dimensão ambiental. Contudo, esse tem sido um grande desafio em geral. Um importante objetivo do estudo econômico-ambiental é compreender a estreita e intensa relação existente entre a atividade econômica e o meio ambiente natural, para que se possa utilizar o conhecimento gerado para melhor indicar quais decisões devem ser tomadas.

Este estudo tem por objetivo apresentar um panorama da situação ambiental do Matopiba, a nova fronteira agropecuária no Brasil, que é composta pelos estados do Maranhão, do Tocantins, do Piauí e da Bahia. Assim, serão avaliados dados secundários de produção a partir da perspectiva regional e ambiental. A expansão produtiva no Matopiba é caracterizada pela incorporação dos cerrados nordestinos, que estão em latitudes mais elevadas e que possuem características de clima mais seco e árido. Por este motivo, esta recente expansão é condicionada pelas restrições ambientais.

O que viabiliza a expansão agropecuária em terras improdutivas e com baixa aptidão à produção? A resposta é conhecimento e tecnologia. Portanto, avaliar o Matopiba somente por variáveis físicas e geoclimáticas é desconsiderar a gestão do conhecimento e da tecnologia. O potencial agrícola do Matopiba existe, mas é preciso investir em ciência, que possa ampliar o potencial produtivo da região. Este estudo faz uma análise

somente da questão ambiental, mas considera que a região é um vetor importante de expansão agropecuária e de desenvolvimento local, justamente num espaço econômico que necessita de investimentos na direção de minimizar as desigualdades econômicas e sociais, questão que poderia ser refletida em políticas públicas de maior investimento em pesquisa e de geração de tecnologias adaptadas à realidade local.

Procurou-se avaliar questões relacionadas à escassez de recursos hídricos, com a identificação das bacias hidrográficas, o uso e a cobertura vegetal da terra, a tipologia de solos, os aspectos climáticos e pluviométricos, entre outros fatores. As restrições ambientais que existem nessa região e serão aqui discutidas são: *i)* potencial agrícola do solo; *ii)* processo de desertificação; *iii)* desmatamento; *iv)* situações de emergência ou estado de calamidade pública; *v)* aumento da temperatura média mensal máxima e mínima; *vi)* redução da umidade relativa; *vii)* disponibilidade hídrica; e *viii)* restrições institucionais (Código Florestal e outras áreas protegidas, unidades de conservação, bem como áreas prioritárias para conservação).

Especificamente, pretende-se realizar a identificação espacial da região; apresentar as principais características ambientais; identificar as principais culturas agrícolas desenvolvidas; expor as principais restrições ambientais para a produção agrícola; e, conseqüentemente, analisar e avaliar a situação ambiental regional. Para tanto, cinco seções são apresentadas, incluindo esta breve introdução. A segunda seção descreve o método de análise e apresenta o objeto de estudo, a região do Matopiba. A terceira seção mostra o panorama ambiental da região em questão. A quarta seção faz a discussão das restrições ambientais. Por fim, são apresentadas as considerações finais.

2 MÉTODO DE ANÁLISE E DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Pretende-se utilizar dados e informações de fontes secundárias. Além disso, por conseguinte, para alcançar os objetivos propostos, será realizada pesquisa bibliográfica em estudos acadêmicos e institucionais (relatórios e notas técnicas de órgãos públicos, ministérios, institutos de pesquisa, organizações internacionais, entre outras fontes) sobre o Matopiba. O estudo utiliza base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Ipea, do IpeaData, de instituições estaduais, do Ministério do Meio Ambiente (MMA), do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), entre outras.

O tratamento dos dados estatísticos é realizado com o auxílio dos instrumentos dispostos pelas geotecnologias ou Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), em especial para a construção de mapas temáticos com as características ambientais da região de estudo. O *software* usado é o ArcGis 10.2.2, que conta com a extensão *Spatial Analysis* (ESRI, 2016c). Neste sentido, o estudo procura apresentar os resultados em formato espacial (mapas temáticos) e análises regionais, a partir da espacialização de variáveis que não estejam disponíveis em formato espacial, mas apenas em formato matricial ou tabular.

A delimitação espacial da área de estudo, o Matopiba, foi realizada com base na Portaria nº 244, de 12 de novembro de 2015,¹ do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2015). A partir da delimitação espacial da região de análise, os dados coletados são integrados a uma representação espacial por município dos estados do Maranhão, do Piauí, do Tocantins e da Bahia, permitindo a preparação de mapas temáticos para ilustrar a situação ambiental e a área de cultivo agrícola.

A apresentação das principais características ambientais do Matopiba, como a identificação da rede hidrográfica (principais rios), bacias e sub-bacias hidrográficas, cobertura da vegetação nativa, cobertura e uso da terra, aspectos edafoclimáticos, entre outros, é realizada a partir dos dados disponibilizados em bases de estatísticas espaciais e ambientais do Ministério do Meio Ambiente, do IBGE, do Ibama e da Agência Nacional de Águas (ANA).

A identificação das principais culturas agrícolas desenvolvidas no Matopiba é realizada com base nos dados disponibilizados no Sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra), e integrada a uma base de dados espacial por município dos estados estudados, com o auxílio do ArcGis 10.2.2. O período adotado na análise foi a média trienal 2010-2012.² A espacialização destes dados contribui para a análise e visualização das áreas de cultivo por cultura agrícola e por município. Em seguida, esta análise auxilia na identificação das culturas mais representativas em termos de área plantada ou destinada a colheita. O resultado final é a apresentação de mapas temáticos por tipo de cultivo na escala do município.

1. A delimitação territorial adotada na Portaria nº 244/2015 do Mapa (Brasil, 2015) foi proposta pelo Grupo de Inteligência Territorial Estratégica (Gite) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (Miranda, Magalhães e Carvalho, 2014).

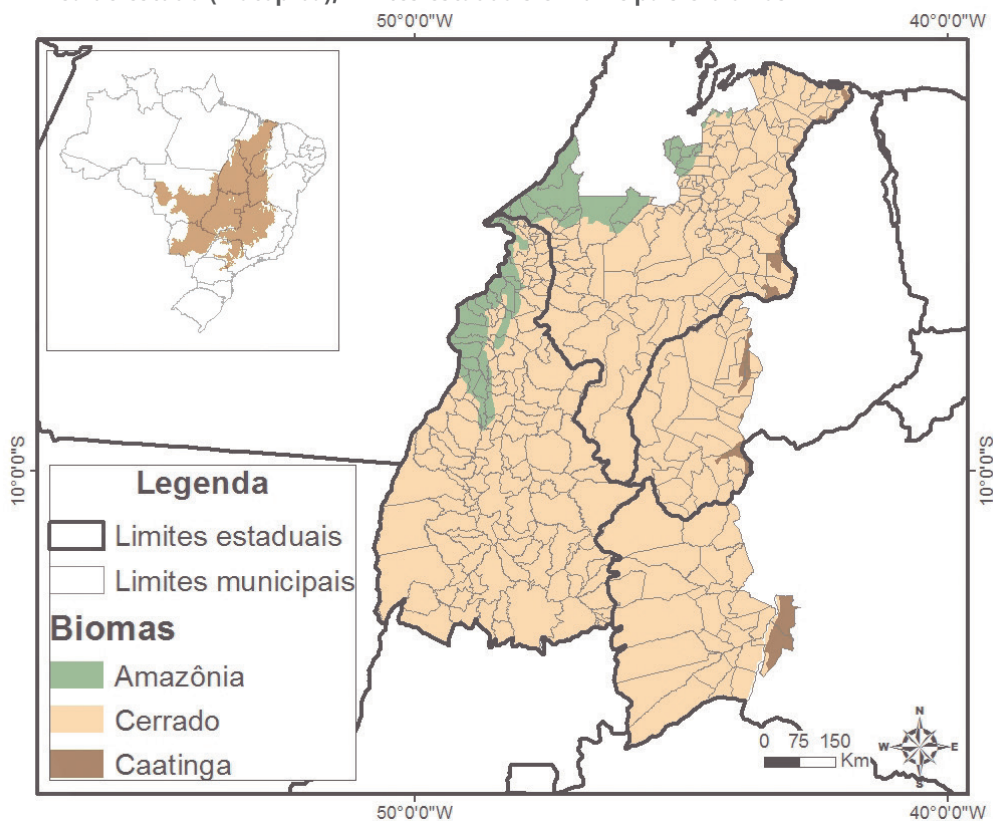
2. Adota-se a média trienal para amenizar os efeitos sazonais típicos de lavouras temporárias.

A identificação das principais restrições ambientais para a produção agrícola é realizada com base na análise das informações da situação ambiental da região. Esta análise é efetuada principalmente com base nos mapas temáticos gerados no estudo. Por último, a avaliação da situação ambiental da região busca discutir a relação entre a interface ambiental e a produção agrícola na região de estudo, por exemplo, a possibilidade de incorporação de novas áreas agrícolas, a dinâmica da produção e a disponibilidade de recursos naturais.

A área de estudo (mapa 1), definida como Matopiba (resultado do acrônimo criado a partir das iniciais dos estados do Maranhão, do Tocantins, do Piauí e da Bahia), foi delimitada de acordo com a Portaria nº 244, de 12 de novembro de 2015 (Brasil, 2015).

MAPA 1

Área de estudo (Matopiba), limites estaduais e municipais e biomas



Fonte: Embrapa (2015) e IBGE (2016a).

Elaboração dos autores.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

A área do Matopiba foi estimada em 73 milhões de hectares – representa 8,6% do território nacional (Embrapa, 2015; IBGE, 2015a; IBGE, 2016a), 66 milhões no bioma Cerrado. Em relação à delimitação político-administrativa, o Matopiba inclui 337 municípios dos estados do Maranhão, do Tocantins, do Piauí e da Bahia³ (tabela 1) (Brasil, 2015).

TABELA 1

Matopiba por estados, número de municípios e dados demográficos (2010)

Estados	Nº de municípios	População	População (%)	Área do território ¹ (%)	Taxa de urbanização (%)
Maranhão	135	3.513.256	59,5	32,8	62,0
Tocantins	139	1.383.445	23,4	38,0	78,8
Piauí	33	254.950	4,3	11,2	60,3
Bahia	30	750.489	12,7	18,0	57,9
Matopiba	337	5.902.140	100,0	100,0	65,3

Fonte: Atlas Brasil (2013), Embrapa (2015) e IBGE (2015a; 2016a; 2016b).

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ A área do Matopiba foi estimada com base em IBGE (2015a).

A população total da região de estudo, estimada em 5,9 milhões de pessoas a partir dos dados do Censo Demográfico 2010, representa 3,1% da brasileira (IBGE, 2016b). A densidade demográfica foi estimada em 13,4 hab./km², inferior à brasileira que era 22,4 hab./km². A população rural foi estimada em 2 milhões de pessoas, resultando em uma taxa de urbanização de 65%, muito inferior à média nacional (84%).

No que tange ao mercado de trabalho, Serigati *et al.* (2017) avaliaram que a dinâmica observada no agronegócio brasileiro não difere muito daquela observada para o mesmo setor no Matopiba. A agricultura continua sendo o segmento que responde pela maior fração da população ocupada; não obstante, essa participação vem caindo nos últimos anos. De 2012 a 2016, a população ocupada na agricultura nessa região encolheu de 1,8 milhão de pessoas para 1,5 milhão. Entretanto, houve expansão da população ocupada na pecuária (de 609 mil para 679 mil), no setor de serviços (de 413 mil para 457 mil) e na indústria de insumos (de 8 mil para 10 mil). Apesar desses crescimentos, o comparativo líquido não foi suficiente para compensar a contração na agricultura, o que levou à redução da população ocupada no agronegócio no Matopiba. É importante destacar que a contração da população ocupada no agronegócio é um fenômeno nacional.

3. A análise é realizada na escala municipal conforme disponibilidade dos dados.

Conforme estudado por Maia (2014), esse padrão se associa ao esvaziamento demográfico do campo, ao predomínio da agricultura de grande escala e à alta eficiência produtiva e tecnológica dos produtores. Porém, essa dinâmica demográfica coloca em risco a sustentabilidade da atividade agrícola a médio prazo, sobretudo para as pequenas propriedades, as quais são mais vulneráveis. Segundo Maia (*op. cit.*), a tendência é de que essa dinâmica persista, já que mudanças na dinâmica populacional costumam ocorrer com bastante tempo.

3 O PANORAMA AMBIENTAL DO MATOPIBA

3.1 Biomas

A principal característica ambiental do Matopiba está associada à presença do bioma⁴ Cerrado, em função de seu potencial agrícola revelado com a ocupação do Centro-Oeste (Frederico, 2008; Matos e Pessoa, 2011). O bioma Cerrado corresponde a um “complexo vegetacional (grande biossistema subcontinental) que possui relações ecológicas e fisionômicas com outras savanas da América tropical e outros continentes – África, sudeste da Ásia e Austrália” (Ribeiro e Walter, 1998, p. 93).⁵ O Cerrado é caracterizado como um tipo de savana tropical, com o predomínio de formações herbáceas, arbustivas e arbóreas (Fagro, 2007).⁶ Outras duas importantes características do bioma são a sazonalidade da vegetação natural e do clima (Becerra *et al.*, 2010) e o elevado grau de intervenção entrópica no Brasil (Sano *et al.*, 2007). Por fim, o bioma Cerrado ocupa 204.667.716 hectares da parte central do território brasileiro (IBGE, 2004; Sano *et al.*, 2007) (mapa 1). A delimitação oficial do bioma Cerrado é aquela apresentada pelo IBGE, publicada no “mapa dos biomas brasileiros”, na escala 1:5.000.000 (IBGE, 2004).

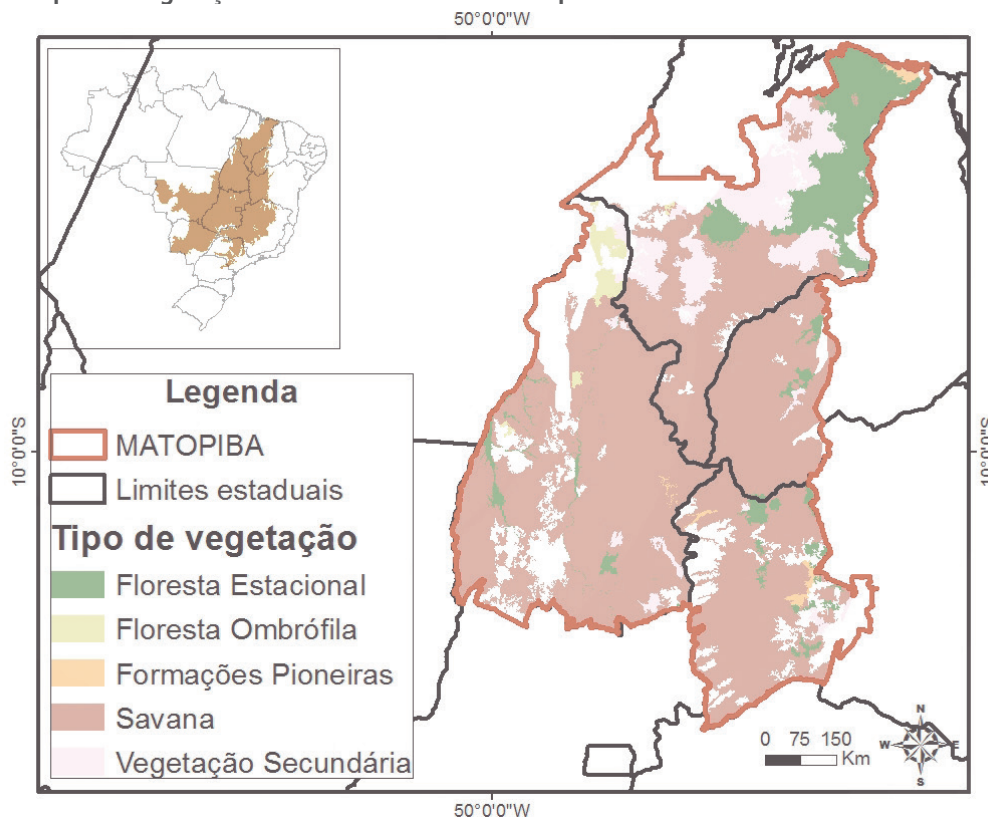
Conforme já apresentado, a área do bioma Cerrado no Matopiba foi estimada em 66 milhões de hectares, distribuída em formações florestais (11%) – localizadas na região Nordeste –, savânicas (61%) e formações pioneiras e vegetação secundária (9%) (mapa 2).

4. O bioma representa um agrupamento com diversos tipos de vegetação contíguos, mas identificáveis na escala regional, inclui ainda características geoclimáticas similares e processos históricos compartilhados, resultando em diversidade biológica própria (IBGE, 2004).

5. Para mais informações sobre o conceito “Cerrado”, ver Walter (2006, capítulo 1).

6. Para mais informações sobre a flora e fauna do bioma Cerrado, ver Rigonato e Almeida (2003).

MAPA 2
Tipos de vegetação do bioma Cerrado no Matopiba



Fonte: Embrapa (2015), IBGE (2016a) e Brasil (2016a).

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. Floresta estacional inclui a floresta estacional decidual e semidecidual; floresta ambrófila inclui a floresta ambrófila densa e aberta; savana inclui a savana estépica (Fagro, 2007).

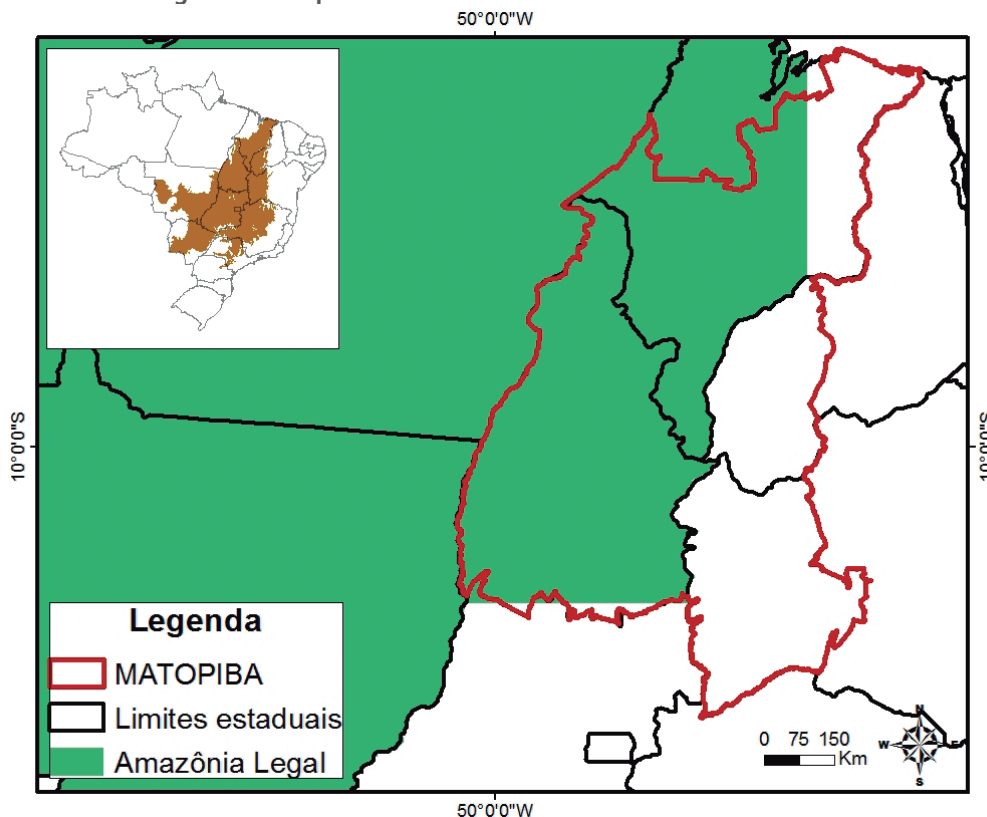
2. As áreas em branco correspondem a outros tipos de uso e cobertura das terras.

3. Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Por fim, cabe destacar que parcela importante do Matopiba está localizada na região definida como Amazônia Legal (Lei nº 1.806/1953 e Lei nº 12.651/2012) (mapa 3),⁷ apesar de o bioma Amazônico estar presente apenas em uma pequena área do estado do Tocantins e do Maranhão (mapa 1). A presença dos biomas e da Amazônia Legal no território do Matopiba afeta na delimitação da reserva legal a partir do Novo Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012).

7. A Amazônia Legal foi criada para o planejamento e promoção do desenvolvimento regional (Brasil, 1953).

MAPA 3
Amazônia Legal e o Matopiba



Fonte: Embrapa (2015) e IBGE (2016a).

Elaboração dos autores.

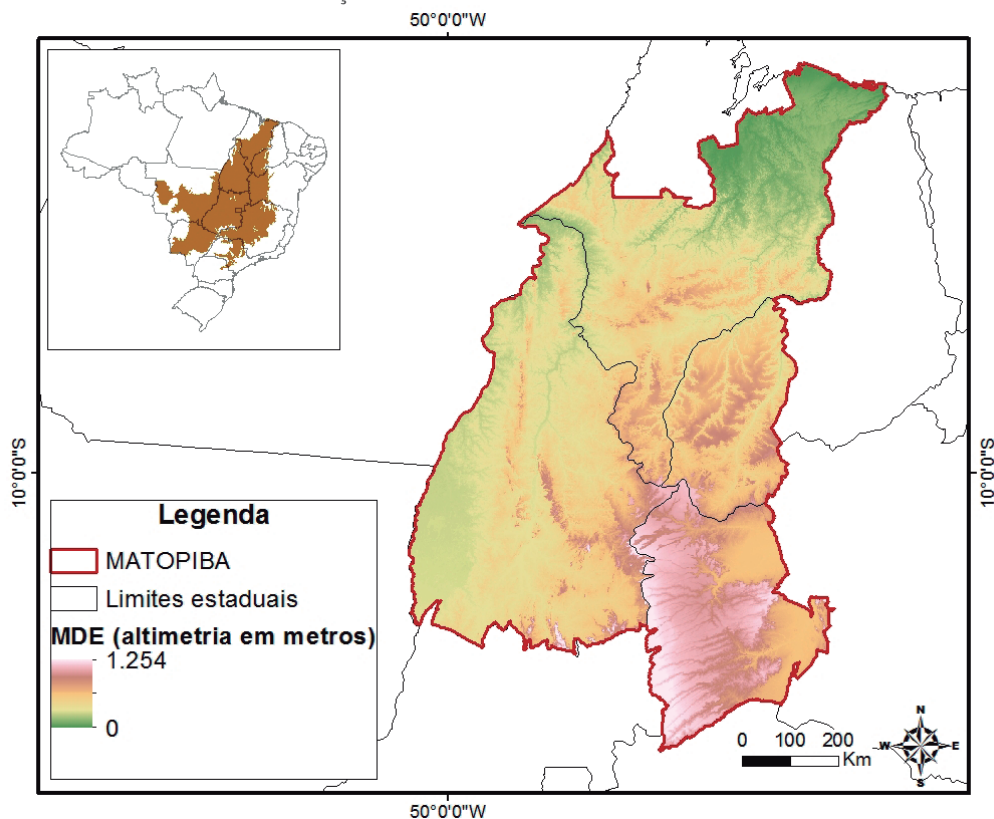
Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Quando o imóvel rural estiver localizado simultaneamente no bioma Cerrado e na Amazônia Legal, segundo o Novo Código Florestal (Brasil, 2012), a área de reserva legal é de 35%. Agora, se o imóvel rural estiver localizado apenas no bioma Cerrado ou no bioma Caatinga, a reserva legal é de 20% (Brasil, 2012). A delimitação das Áreas de Preservação Permanentes (APPs) segue as regras do Novo Código Florestal.

3.2 Relevo

Um importante atributo do bioma Cerrado é a presença de extensas áreas planas, mesmo em altas altitudes, que favorecem a mecanização do cultivo agrícola. O modelo digital de elevação (MDE) pode auxiliar na visualização deste atributo (mapa 4).

MAPA 4
MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO DO MATOPIBA



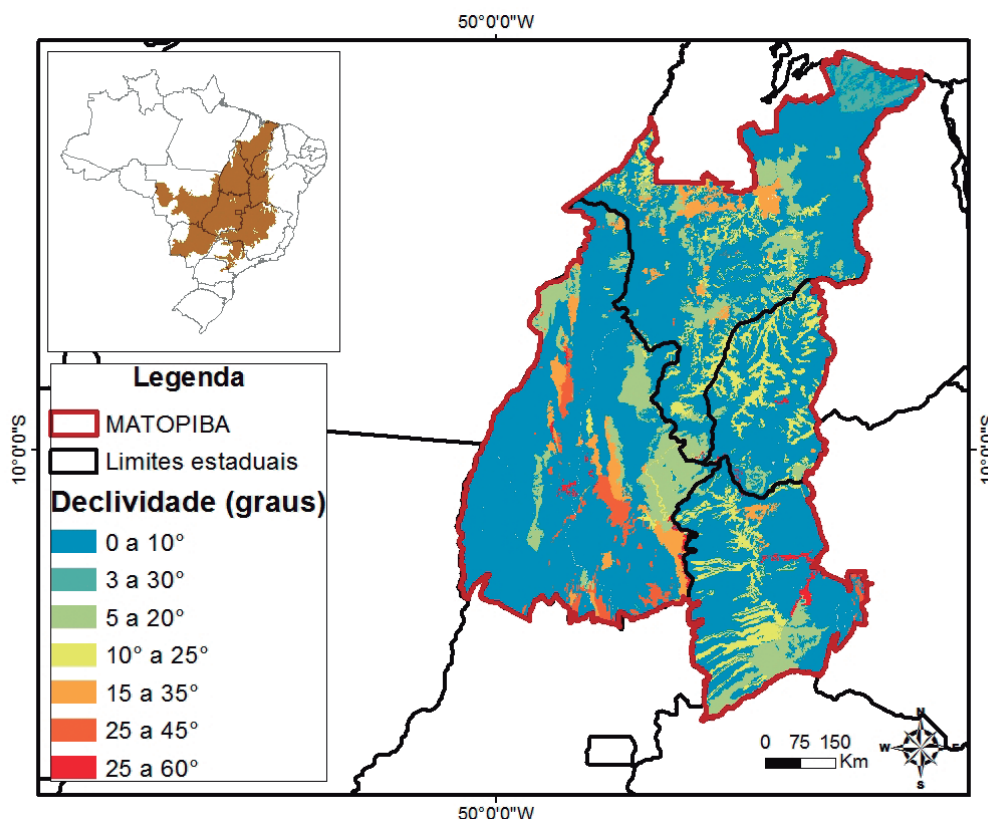
Fonte: Embrapa (2015), IBGE (2016a) e CSR/UFMG (2016).

Elaboração dos autores.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Observa-se que a região da Bahia apresenta elevada altitude, alcançando cotas acima de 1.200 metros, mas relativamente planas, favorável à mecanização da produção agrícola. O restante da área de estudo apresenta altitudes mais baixas, menos acidentadas, e a ocorrência localizada de áreas elevadas. A declividade do terreno é outro indicador que pode auxiliar na visualização do relevo do Matopiba (mapa 5).

MAPA 5
Declividade no Matopiba
(Em graus)



Fonte: Embrapa (2015), IBGE (2016a) e CPRM (2016).

Elaboração dos autores.

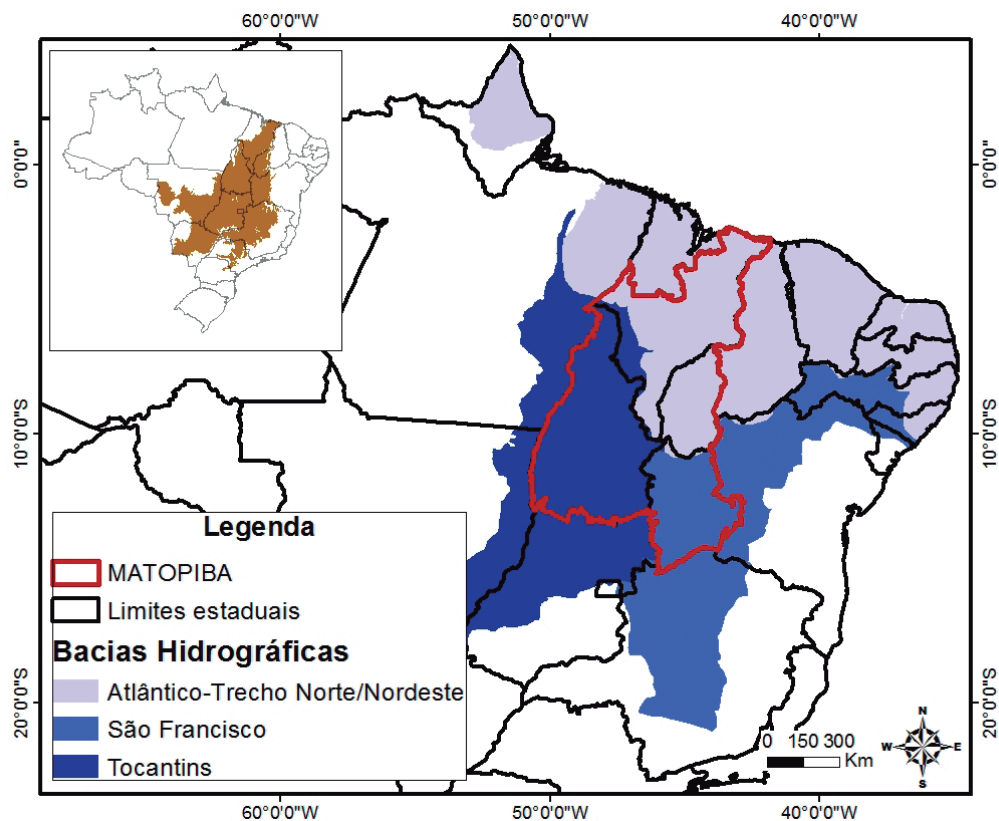
Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Observa-se que importante área do Matopiba apresenta declividade que varia entre 0° e 10° (mapa 5), representa 56,9 milhões de hectares. Este aspecto favorece a mecanização dos sistemas produtivos instalados na agricultura da região.

3.3 A hidrografia e as bacias hidrográficas

O Matopiba tem seus territórios em três importantes bacias hidrográficas (ANA, 2016a): rio Tocantins, Atlântico (trecho norte-nordeste) e Rio São Francisco (mapa 6).

MAPA 6
Bacias hidrográficas brasileiras no Matopiba



Fonte: Embrapa (2015), IBGE (2016a) e ANA (2016a).

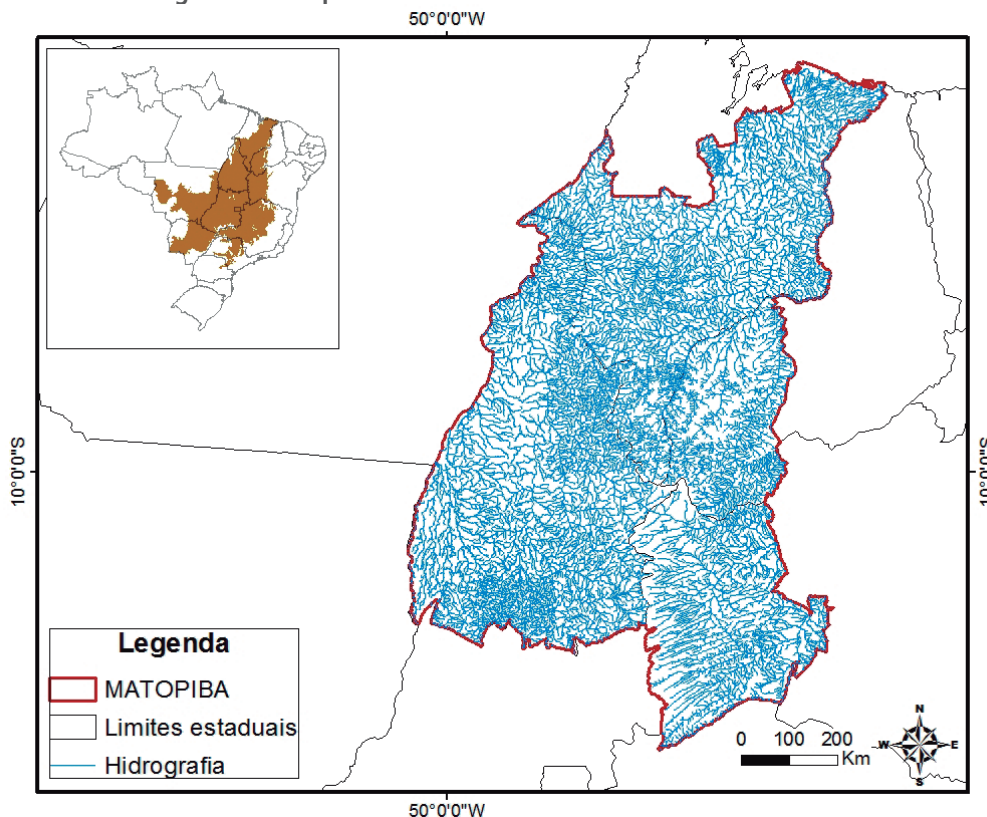
Elaboração dos autores.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

A região também conta com importante rede hidrológica (mapa 7), com destaque para os seguintes rios: Araguaia, Tocantins, São Francisco e Parnaíba (mapa 8).

MAPA 7

Rede hidrológica do Matopiba



Fonte: Embrapa (2015), IBGE (2016a) e ANA (2016a).

Elaboração dos autores.

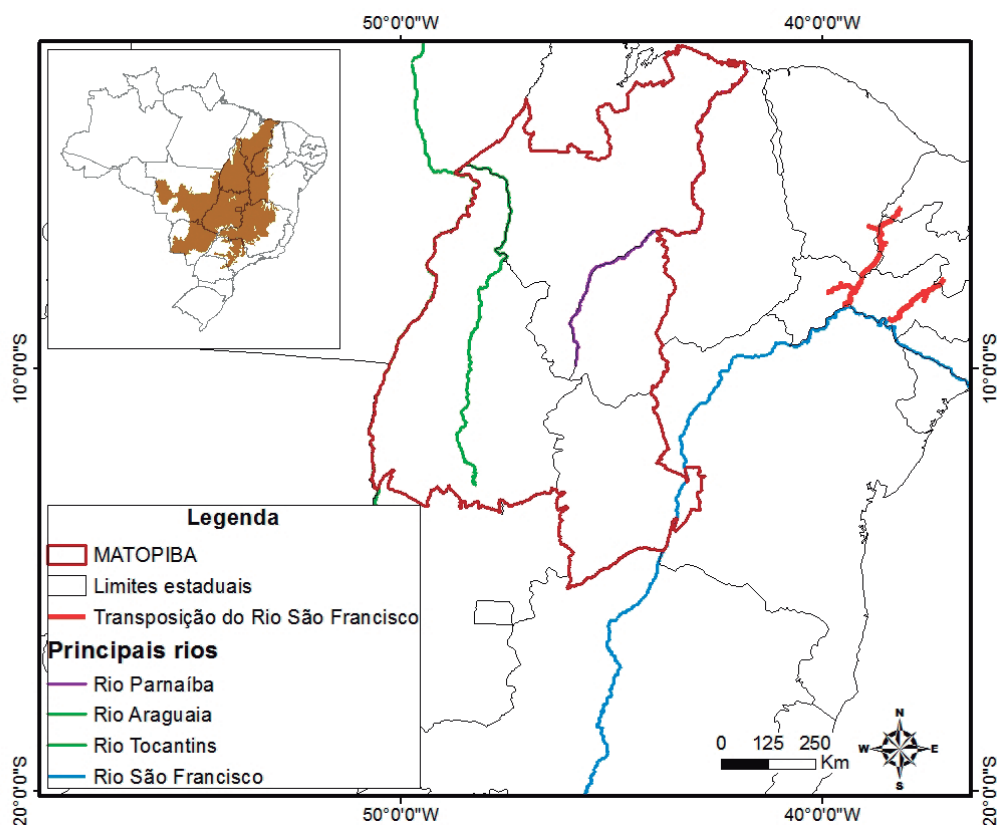
Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Cabe observar que as obras de transposição do rio São Francisco não beneficiarão os produtores do Matopiba em função da sua localização. Neste sentido, a transposição beneficiará os produtores rurais do Semiárido Nordestino, localizados no interior dos estados de Pernambuco, da Paraíba e do Ceará⁸ (mapa 8). Em função da distância dos canais da transposição do rio São Francisco não é possível associar as suas obras à dinâmica do Matopiba.

8. Ver Buainain e Garcia (2013).

MAPA 8

Principais rios do Matopiba e a transposição do rio São Francisco



Fonte: Embrapa (2015), IBGE (2016a) e ANA (2016a).

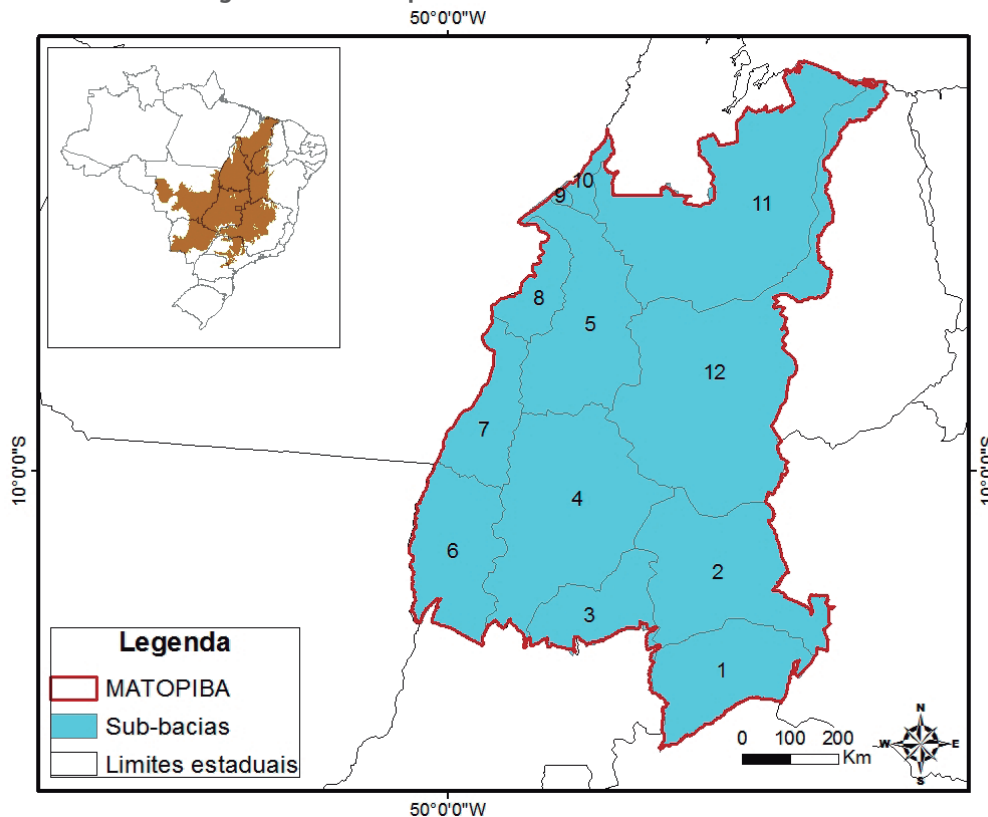
Elaboração dos autores.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Magalhães e Miranda (2014) organizaram a região do Matopiba em doze sub-bacias hidrográficas (mapa 9).

MAPA 9

Sub-bacias hidrográficas do Matopiba



Fonte: Embrapa (2015) e IBGE (2016a).

Elaboração dos autores.

Nota: 1. Corrente e outros – São Francisco; 2. Grande e outros – São Francisco; 3. Tocantins, entre os rios Preto e Paraná; 4. Tocantins, entre os rios Paraná e do Sono; 5. Tocantins, entre os rios do Sono e Araguaia; 6. Araguaia, trecho da ilha do Bananal; 7. Araguaia, a jusante da ilha do Bananal; 8. Baixo Araguaia; 9. Guamá e outros; 10. Litorâneas do Para e Maranhão; 11. Pindaré, Itapecuru, Mearim e outros; 12. Parnaíba.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

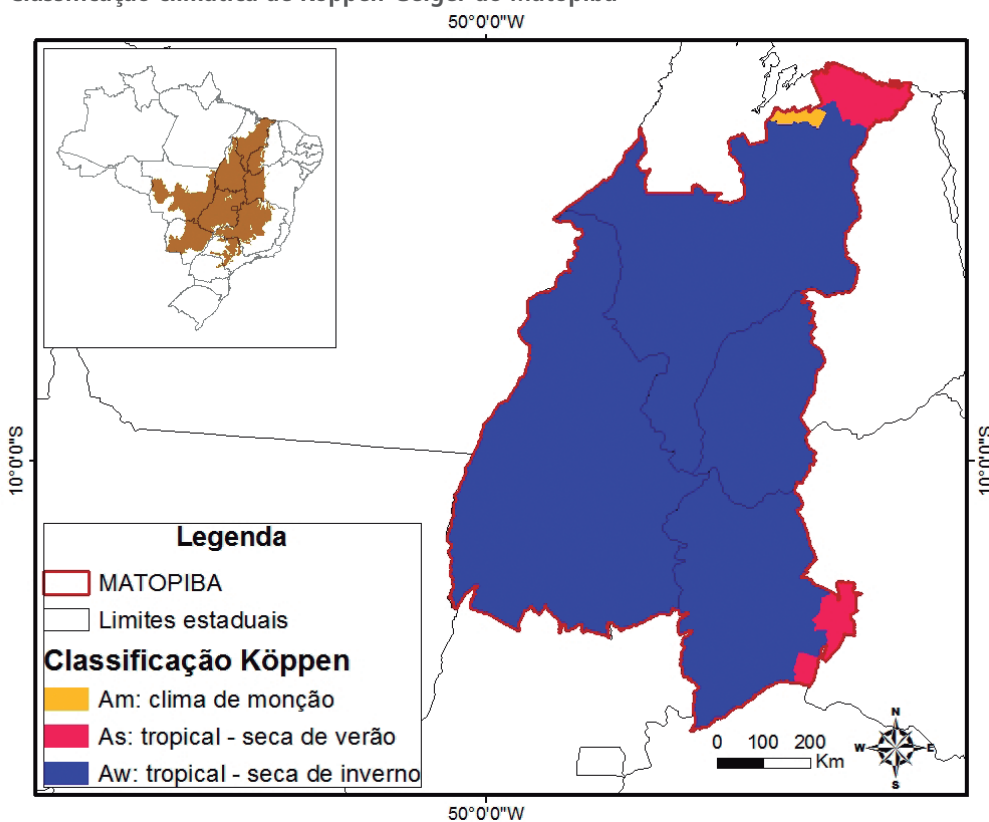
A organização proposta por Magalhães e Miranda (2014) é importante porque a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) – Lei nº 9.433/1997 – instituiu a bacia hidrográfica como unidade territorial para a gestão dos recursos hídricos no Brasil (Brasil, 1997). Neste sentido, talvez a delimitação do Matopiba devesse considerar prioritariamente as bacias hidrográficas, uma vez que a ocupação agrícola altera o uso e cobertura das terras afetando a dinâmica hídrica. Esta delimitação poderia auxiliar na gestão mais adequada dos recursos naturais a partir das características ambientais de cada sub-bacia apoiadas na PNRH.

3.4 O clima

No Matopiba, segundo a classificação Köppen-Geiger (Alvares *et al.*, 2013), predomina o clima tropical com estação seca de inverno, mas também apresenta, na parte sudeste e no litoral, o clima tropical com estação seca no verão, e no litoral o clima de monção (mapa 10).

MAPA 10

Classificação climática de Köppen-Geiger do Matopiba



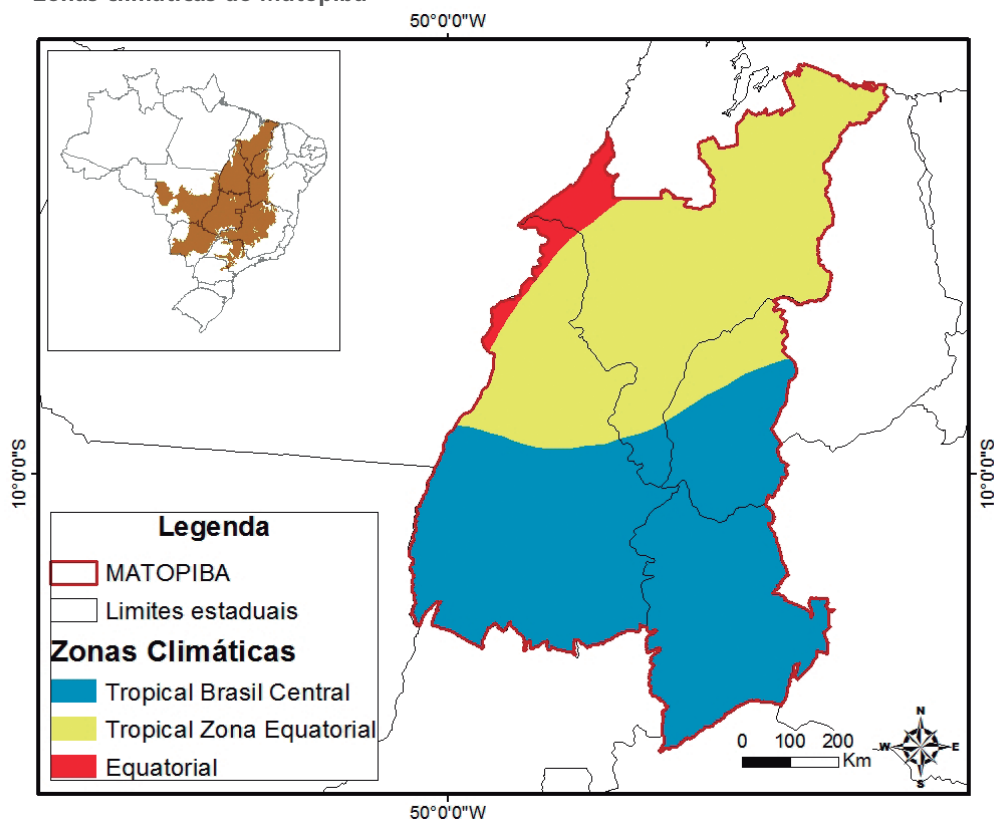
Fonte: Alvares *et al.* (2013), Embrapa (2015) e IBGE (2016a).

Elaboração dos autores.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

A região é caracterizada por três zonas climáticas: tropical brasil central, tropical zona equatorial e equatorial (mapa 11).

MAPA 11
Zonas climáticas do Matopiba



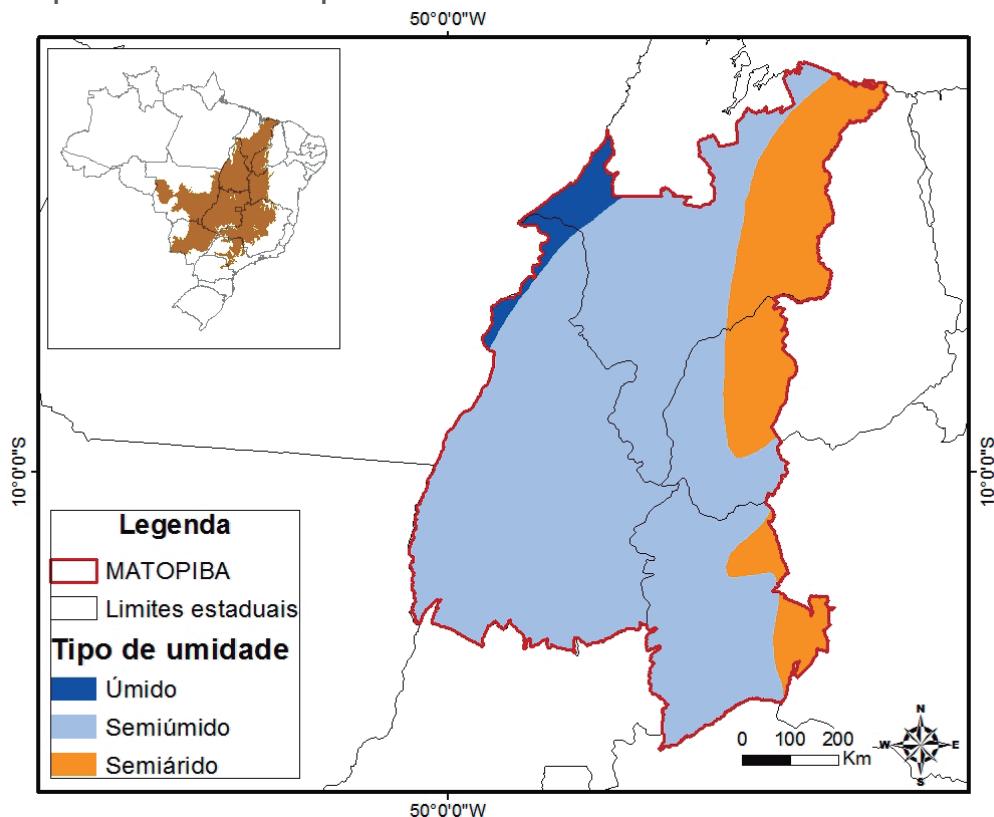
Fonte: Embrapa (2015) e IBGE (2016a).
Elaboração dos autores.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Os dados do IBGE (2016a) revelam que a zona climática Tropical Brasil Central apresenta um clima semiúmido e semiárido (mapa 12), com períodos secos variando entre quatro a oito meses do ano (mapa 13) e a temperatura é quente, com média superior a 18° C em todos os meses do ano.

MAPA 12

Tipo de umidade no Matopiba



Fonte: Embrapa (2015) e IBGE (2016a).

Elaboração dos autores.

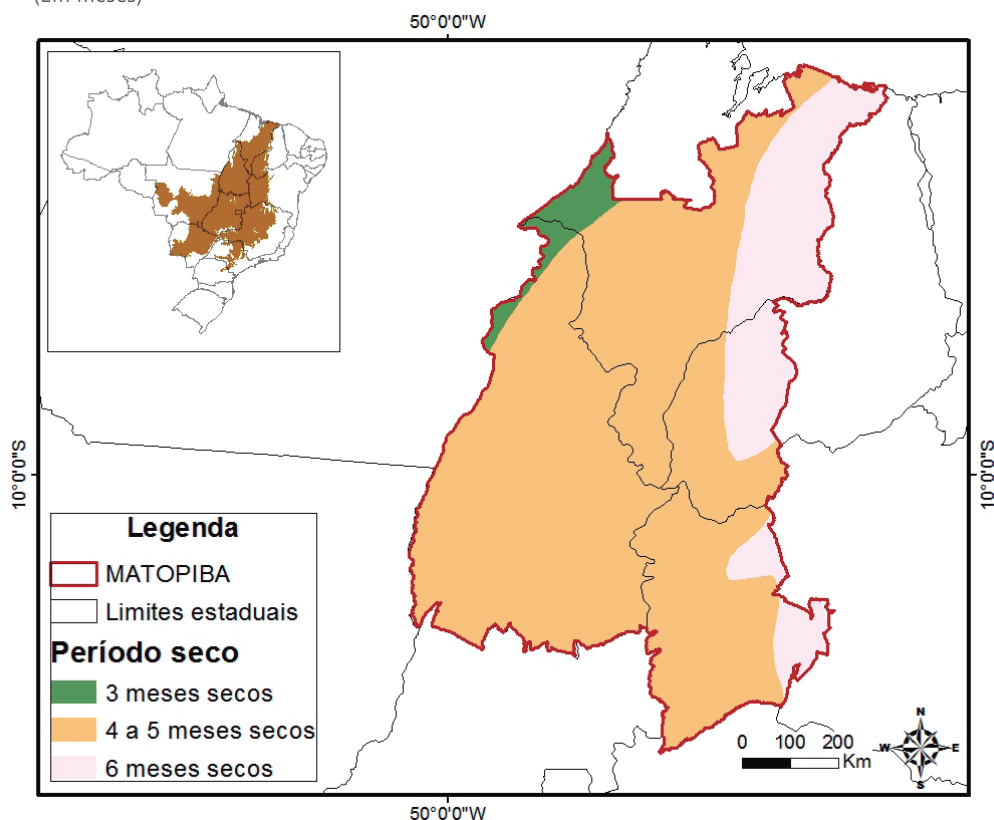
Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

A zona climática Tropical Equatorial é caracterizada como semiúmido e semiárido (mapa 12), com períodos secos variando entre quatro a seis meses do ano (mapa 13) e a temperatura é quente, com média superior a 18° C em todos os meses do ano (IBGE, 2016a). Por fim, a zona climática Equatorial é úmida (mapa 12), com períodos secos de até três meses no ano (mapa 13) e temperatura quente, com média superior a 18° C todos os meses do ano (IBGE, 2016a).

MAPA 13

Período de seca no Matopiba

(Em meses)



Fonte Embrapa (2015) e IBGE (2016a).

Elaboração dos autores.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

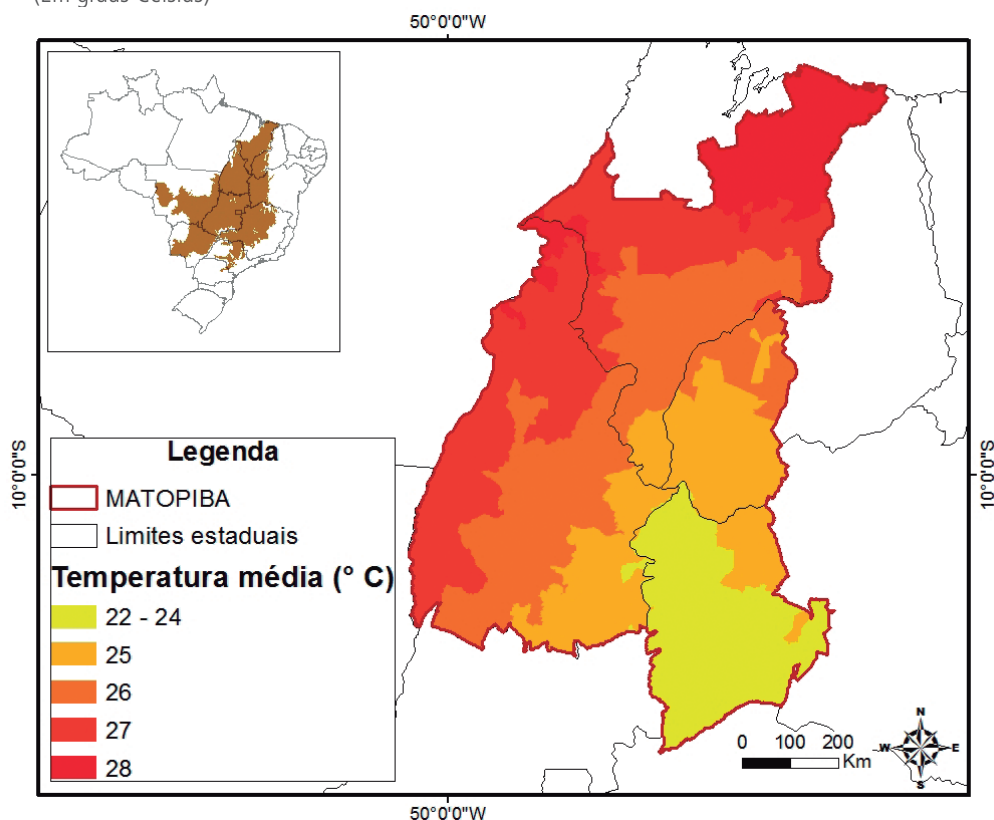
Vale destacar os resultados do estudo de Alvares *et al.* (2013),⁹ os quais revelam que a temperatura média anual da região é igual ou superior a 22° C, alcançando, em alguns municípios, médias de 28° C (mapa 14).

9. O estudo utilizou os dados de temperatura do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet). O estudo foi realizado na escala nacional, mas os autores disponibilizaram a base de dados, permitindo a análise na escala regional.

MAPA 14

Temperatura média anual do Matopiba

(Em graus Celsius)



Fonte: Alvares *et al.* (2013), Embrapa (2015) e IBGE (2016a).

Elaboração dos autores.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Um aspecto interessante revelado por Alvares *et al.* (2013) é a baixa variabilidade da temperatura média mensal (tabela 2). O desvio-padrão para a região é de 0,95. A Bahia apresenta a menor temperatura média, 23° C, mas a maior variabilidade (desvio-padrão 1,28) entre os estados do Matopiba. O estado do Maranhão registrou a maior temperatura média, 27° C, mas o menor desvio-padrão, 0,83. Embora a amplitude entre o estado com a maior temperatura e a menor seja relativamente pequena, esses dados revelam a heterogeneidade climática da região.

TABELA 2

Temperatura média anual e mensal no Matopiba

(Em graus Celsius)

Região	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Média	Desvio-padrão
Tocantins	26	26	26	26	25	25	25	26	28	28	28	27	26	1,05
Maranhão	27	27	26	26	26	26	26	27	28	28	28	28	27	0,83
Piauí	26	25	25	25	24	24	24	25	26	27	26	26	25	1,00
Bahia	24	24	24	24	22	21	21	23	24	25	25	24	23	1,28
Matopiba	26	26	26	26	25	25	25	26	27	28	27	27	26	0,95

Fonte: Alvares *et al.* (2013), Embrapa (2015) e IBGE (2016a).
Elaboração dos autores.

Os resultados obtidos a partir da base de dados de Alvares *et al.* (2013) indicam que o volume médio anual precipitado no Matopiba alcança 1.508 mm (tabela 3), média mensal de 126 mm. O período chuvoso na região encontra-se entre outubro e maio, onde o volume médio mensal alcança 163 mm, variando entre 79 mm em maio e 256 mm em março. O período seco está entre junho e setembro, com média mensal de apenas 20 mm. A parcela do estado da Bahia apresenta o menor volume médio anual precipitado, por volta de 1.025 mm. O período chuvoso na parcela da Bahia encontra-se entre outubro e abril, volume médio mensal alcança 113 mm, variando entre 80 mm em abril e 200 mm em dezembro. O período seco está entre maio e setembro, com média mensal de apenas 6 mm. Na parcela do estado do Piauí, o volume médio anual precipitado alcança 1.049 mm. O período chuvoso na parcela do Piauí encontra-se entre outubro e abril, volume médio mensal alcança 116 mm, variando entre 73 mm em outubro e 175 mm em janeiro. O período seco está entre maio e setembro, com média mensal de apenas 9 mm. Na parcela do estado do Maranhão, o volume médio anual precipitado é da ordem de 1.506 mm, o segundo maior da região, perdendo apenas para Tocantins com 1.724 mm. O período chuvoso na parcela do Maranhão encontra-se entre novembro e maio, volume médio mensal alcança 208 mm, variando entre 82 mm em novembro e 301 mm em março. O período seco está entre abril e outubro, com média mensal de 30 mm. O estado do Tocantins apresenta o maior volume médio anual precipitado na região, 1.724 mm. O período chuvoso neste estado encontra-se entre outubro e abril, volume médio mensal de 216 mm, variando entre 156 mm em outubro e 268 mm em janeiro. O período seco está entre maio e setembro, média mensal de 28 mm.

TABELA 3

Volume média anual e mensal precipitado no Matopiba

(Em mm)

Região	Média (mensal)	Média (anual)	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Tocantins	144	1.724	268	264	257	169	52	13	6	12	57	156	210	260
Maranhão	126	1.506	207	242	301	252	134	41	23	13	25	50	82	135
Piauí	87	1.049	175	173	170	118	22	3	2	2	14	73	139	159
Bahia	85	1.025	158	145	138	80	11	2	1	2	17	87	184	200
Matopiba	126	1.508	225	236	256	189	79	22	12	10	36	99	149	195

Fonte: Alvares *et al.* (2013), Embrapa (2015) e IBGE (2016a).
Elaboração dos autores.

Associado ao volume precipitado, tem-se a quantidade de horas de luz solar. O estudo realizado por Magalhães e Miranda (2014) usou dados mensais de janeiro de 1992 a dezembro de 2013 do Inmet para estimar a quantidade de horas de luz solar (insolação total) no Matopiba. Os resultados indicam que a parcela do estado da Bahia apresentou a maior insolação total, média mensal de 246,5 horas de luz solar, seguido pelo Piauí com 233,2 horas, Maranhão com 209,7 horas e Tocantins com 200,9 horas.

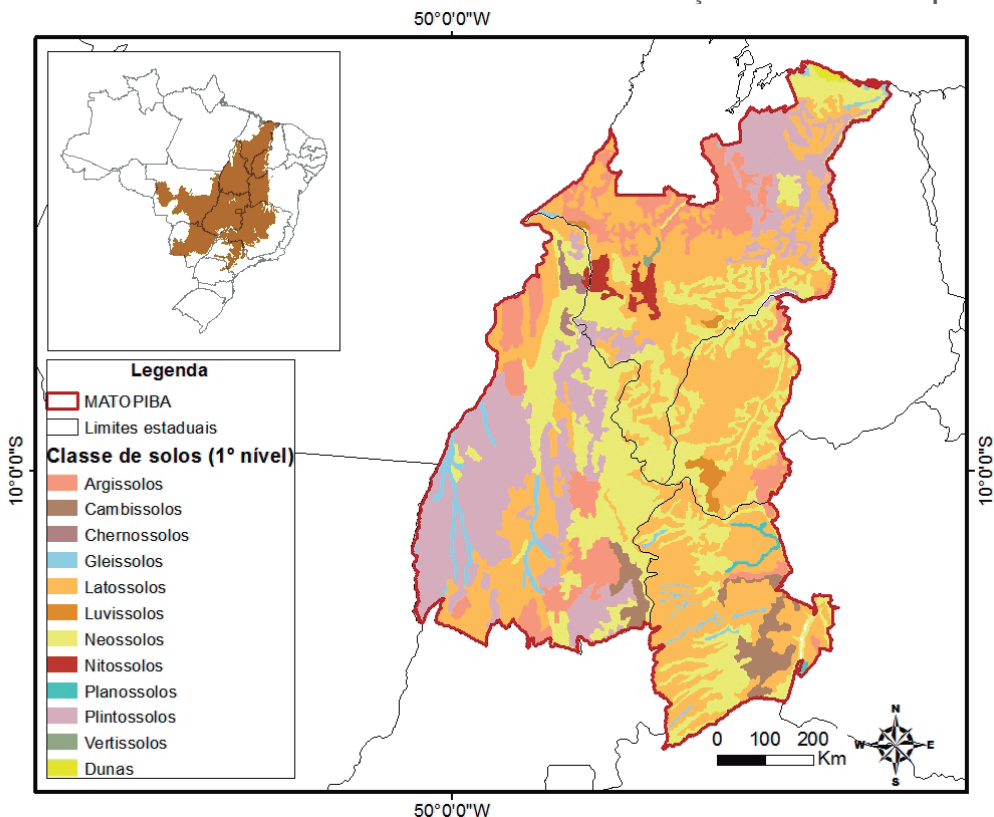
Por um lado, as consequências das zonas climáticas e de suas características no Matopiba para a agricultura são refletidas na maior exigência do uso de cultivares mais adaptados para temperaturas médias mais elevadas, com menor umidade relativa e resistente a menor disponibilidade hídrica, por conta dos períodos de estiagens. Por outro, a maior incidência de radiação solar e as altas temperaturas podem acelerar o desenvolvimento das plantas, encurtando o ciclo produtivo. Contudo, para aproveitar esse aspecto positivo, os produtores podem administrar as restrições com o aumento dos investimentos em tecnologia e capital físico, por exemplo, desenvolvimento de novos cultivares, técnicas de manejo adaptadas para a região, bem como implantação de sistemas de irrigação sem perder de vistas a capacidade de suporte hídrica. Assim, o desenvolvimento da agricultura nesta região exige uma maior intensidade de capital e de conhecimento do que regiões agrícolas mais tradicionais em uso no Brasil.

3.5 O mapa de solos

Na região de estudo, são encontradas doze classes de solos do 1º nível do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (IBGE, 2015b) (mapa 15), e dezenove classes de solos do 2º nível (mapa 16). As classes de solos foram identificadas com base no mapa atualizado de solos do Brasil (Santos *et al.*, 2011).

MAPA 15

Classes de solo do 1º nível do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos no Matopiba



Fonte: Santos *et al.* (2011), Embrapa (2015) e IBGE (2016a).
Elaboração dos autores.

Obs.: 1. A legenda segue a convenção de cores para mapas ou cartas de solos 1º nível categórico apresentada pelo IBGE (2015b, p. 405).

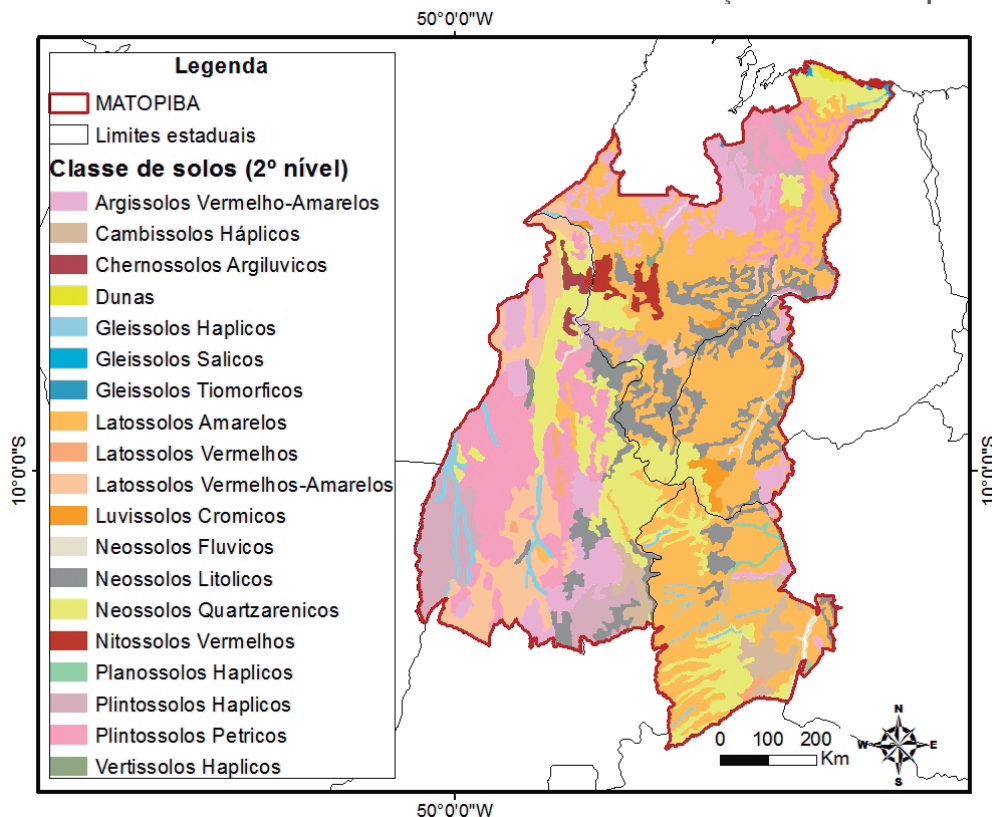
2. Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

O *latossolo*¹⁰ pode ser encontrado em 38% dos territórios da região, ocupando 28 milhões de hectares (mapa 15). Este solo é caracterizado pelo avançado estágio de intemperismo, profundo e boa drenagem, mas baixa fertilidade natural (Embrapa Solos, 2014; IBGE, 2015b). Todavia, esta classe tem características físicas mais favoráveis para o cultivo (Magalhães e Miranda, 2014; IBGE, 2015b), tais como boa permeabilidade e alta porosidade (Embrapa Solos, 2014; IBGE, 2015b). Nesta classe de solo, predomina-se o latossolo amarelo distrófico (22,6 milhões de hectares) e o latossolo vermelho-amarelo distrófico (5,1 milhões de hectares) (mapa 16).

10. *Latossolo* é do latim *lat*, que significa “material altamente alterado” (Embrapa Solos, 2014; IBGE, 2015b).

MAPA 16

Classes de solo do 2º nível do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos Matopiba



Fonte: Santos *et al.* (2011), Embrapa (2015) e IBGE (2016a).
Elaboração dos autores.

Obs.: 1. A legenda segue a convenção de cores para mapas ou cartas de solos 1ª nível categórico apresentada pelo IBGE (2015b, p. 405).

2. Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

O neossolo¹¹ ocorre em 25% da área do Matopiba, 18 milhões de hectares, com destaque para o neossolo quartzarênico órtico (9,7 milhões de hectares) e neossolo litólic distrófico (7,3 milhões de hectares) (mapa 15). Este tipo de solo é constituído por material mineral e orgânico pouco espesso, menos de 20 cm ou 30 cm de espessura, ou seja, solo raso (Embrapa Solos, 2014; IBGE, 2015b). O neossolo quartzarênico é caracterizado pela presença de minerais primários de fácil intemperização, profundo e arenosos (Embrapa Solos, 2014; IBGE, 2015b), baixa fertilidade natural e alta porosidade e permeabilidade, com baixa capacidade de retenção da água (Magalhães e Miranda, 2014).

11. Neossolo é do grego *néos*, que significa "novo, moderno", indicando solos jovens, ainda em formação (Embrapa Solos, 2014; IBGE, 2015b).

O neossolo litólico é um solo raso, encontrado em áreas com maior declividade, como no Maranhão e Piauí (mapa 16). Os dados revelam que 46 milhões de hectares da região têm a ocorrência de duas classes de solo, latossolo e neossolo.

A terceira classe de solo que mais ocorre na região é o plintossolo,¹² encontrado em 14 milhões de hectares (19% do território) (mapa 15). Esta classe compreende solos minerais, formados sob condições de restrição à percolação da água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, de maneira geral imperfeitamente ou mal drenados (Embrapa Solos, 2014). Além disso, este solo é fortemente ácido, típico de zonas quentes e úmidas e com estação seca bem definida (Embrapa Solos, 2014). Contudo, esta classe “tem manejo agrícola bem delicado, que necessita bom controle de sua dinâmica hídrica interna” (IBGE, 2015b, p. 313). Na região Centro-Oeste, o cultivo de grãos, com destaque para o arroz, tem sido desenvolvido nesta classe de solo com uso de irrigação/drenagem (IBGE, 2015b). Na região de estudo, há a ocorrência de duas classes, plintossolos petrícos concrecionários (9,6 milhões de hectares) e plintossolos háplicos distróficos (4,5 milhões de hectares) (mapa 16).

Por fim, a última classe de solo em área de ocorrência é o argissolo,¹³ 7 milhões de hectares, representa 9,5% do território do Matopiba (mapa 15). A classe apresenta um solo com evidente incremento no teor de argila do horizonte superficial para horizonte B (Embrapa Solos, 2014). A profundidade deste solo é variável, mas geralmente pouco profundo ou profundo (IBGE, 2015b), e de forte a imperfeitamente drenados e forte a moderadamente ácidos (Embrapa Solos, 2014). No Matopiba, ocorrem dois tipos destes solos: argissolos vermelho-amarelos distróficos (4,5 milhões de hectares) e argissolos vermelho-amarelos eutróficos (2,5 milhões de hectares) (mapa 16).

As características edafoclimáticas da região revelam as dificuldades enfrentadas pelos produtores para o desenvolvimento da agricultura. Entretanto, a região apresenta áreas favoráveis à produção agrícola. Neste aspecto, o relevo favorece a mecanização dos sistemas produtivos na região, contribuindo para importantes ganhos de escala. Além disso, o clima da região apresenta períodos bem definidos, entre períodos secos e chuvosos, o que favorece a agricultura. Contudo, vale ressaltar a elevada temperatura média, que pode afetar negativamente o desenvolvimento das lavouras, e mesmo comprometer a oferta hídrica.

12. Plintossolo é de origem grega, *plinthos*, que significa ladrilho, indicando materiais argilosos, coloridos, que endurecem quando expostos (Embrapa Solos, 2014; IBGE, 2015b).

13. Argissolo é do latim *argilla*, corresponde aos solos com acumulação de argila (Embrapa Solos, 2014; IBGE, 2015b).

Apesar da incidência de períodos secos, a região conta com um volume pluviométrico significativo e importante rede hidrológica, os quais podem contribuir para a manutenção da oferta hídrica. Porém, o avanço das lavouras deveria ser acompanhado por profundo estudo sobre disponibilidade hídrica. O estudo deveria considerar as mudanças no uso e cobertura da terra e o aumento da demanda hídrica.

Os solos são caracterizados pela baixa fertilidade, pouco profundos e espessos, rasos, baixa capacidade de infiltração da água e restrição à percolação de água. Estas características tornam a região não tão favorável à atividade agrícola, o que pode aumentar o custo de produção a partir da necessidade de aplicação de mais insumos e adoção de práticas de manejos mais adequadas para preservar as características físicas dos solos.

Por fim, cabe destacar que o produtor deve manter 35% da área de sua propriedade com reserva legal, reduzindo a disponibilidade de terras para a agricultura, além de elevar os custos econômicos de produção. Então, não há dúvida que a região está sujeita aos potenciais efeitos das mudanças climáticas.

3.6 Uso e cobertura das terras

A situação ambiental passa pela identificação do uso e da cobertura das terras no Matopiba. A dinâmica socioeconômica é fortemente relacionada com a questão ambiental da região. Isto ocorre porque a *socioeconomia* é um subsistema aberto do sistema natural, do qual retira os recursos necessários para manter sua dinâmica e os devolve na forma de resíduos (Daly e Farley, 2011). No caso de uma região de fronteira agrícola, a dinâmica da mudança no uso e cobertura das terras pode determinar a sustentabilidade da atividade econômica, além do grau de bem-estar da sociedade, que depende do fluxo de bens e serviços econômicos, especialmente na escala regional e local (Millennium Ecosystem Assessment – MEA, 2005). As mudanças no uso e cobertura das terras podem afetar negativa ou positivamente o fluxo de bens e serviços ecossistêmicos.

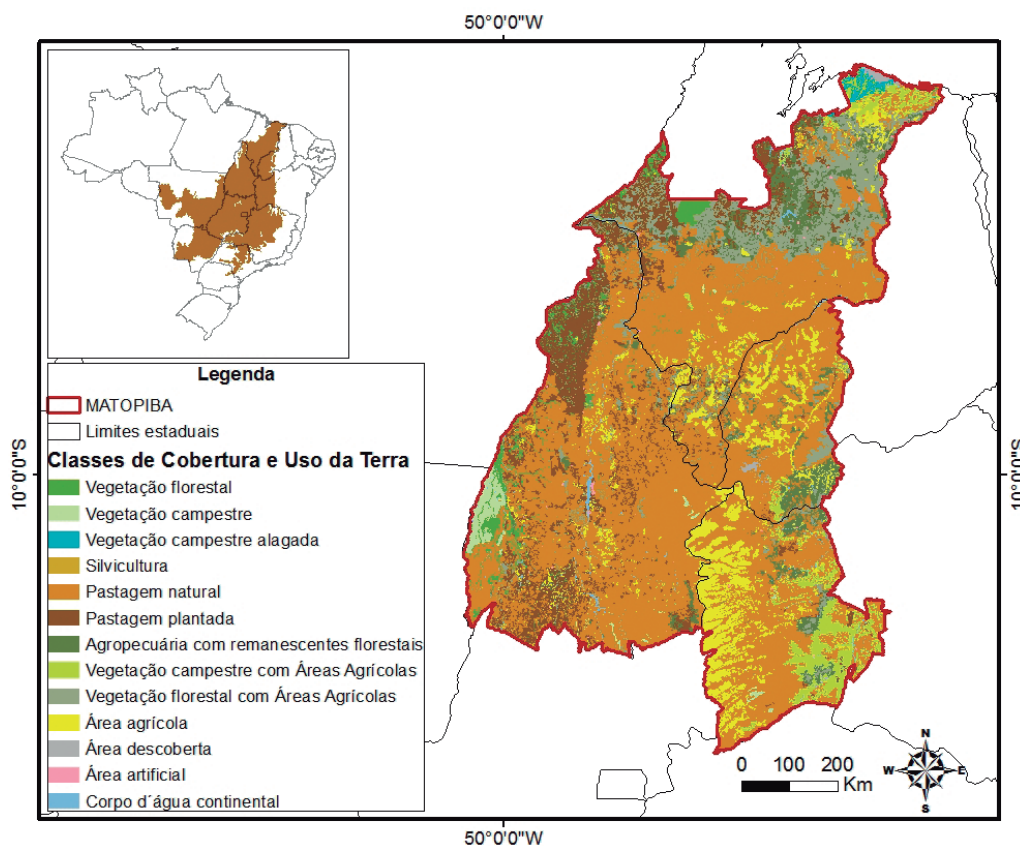
O IBGE (1999; 2006; 2013)¹⁴ apresenta o levantamento da cobertura e do uso da terra no Brasil para o período 1996-2012. Em 2015, o IBGE (2016a) publicou o mapa

14. O primeiro mapa mural de cobertura e uso da terra na escala 1:5.000.000 foi publicado pelo IBGE para o ano de 1996. O mapa foi preparado com base nos dados dos setores censitários do Censo Agropecuário 1996 (IBGE, 2012). A partir dessa publicação, o IBGE passou a publicar periodicamente mapas de cobertura e uso da terra na escala de 1:5.000.000 para o Brasil. Até o momento o IBGE disponibilizou os mapas referentes ao ano de 2000, 2010 e 2012 (IBGE, 2015c; 2016a).

da cobertura e uso da terra no Brasil referente ao ano de 2012 e o estudo *Mudanças na cobertura e uso da terra 2000-2010-2012* (IBGE, 2015c). Neste aspecto, a análise da cobertura e do uso da terra no Matopiba é realizada com base no mapa publicado pelo IBGE referente ao ano de 2012 (mapa 17). Como a região de análise possui mais de 73 milhões de hectares ou 730 mil km², o mapa do IBGE permite uma visualização razoável do padrão de cobertura e uso da terra na escala regional.

MAPA 17

Uso e cobertura das terras no Matopiba (2012)



Fonte: Embrapa (2015) e IBGE (2016a).

Elaboração dos autores.

Obs.: A legenda de cores segue a sugestão apresentada pelo IBGE (2013, p. 151).

A respeito das classes de cobertura e uso das terras ver IBGE (2015c, quadro 3, p. 16-18).

2. Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

A principal cobertura e uso da terra é a pastagem natural, ocupando 40,7 milhões de hectares e representando 56% do Matopiba (tabela 4). A área é elevada se comparada com as estimativas realizadas a partir dos dados do Censo Agropecuário 2006,

as quais indicam uma área com pastagem de 18,8 milhões de hectares: pastagem plantada 12,3 milhões; pastagem natural 6,5 milhões (IBGE, 2016b). Essa diferença pode resultar do conceito de pastagem natural adotada na classificação do mapa de cobertura e uso da terra, entendida como “área ocupada por vegetação campestre (natural) sujeita a pastoreio e outras interferências antrópicas de baixa intensidade” (IBGE, 2013, p. 18).

TABELA 4
Classes de cobertura e uso da terra no Matopiba (2012)

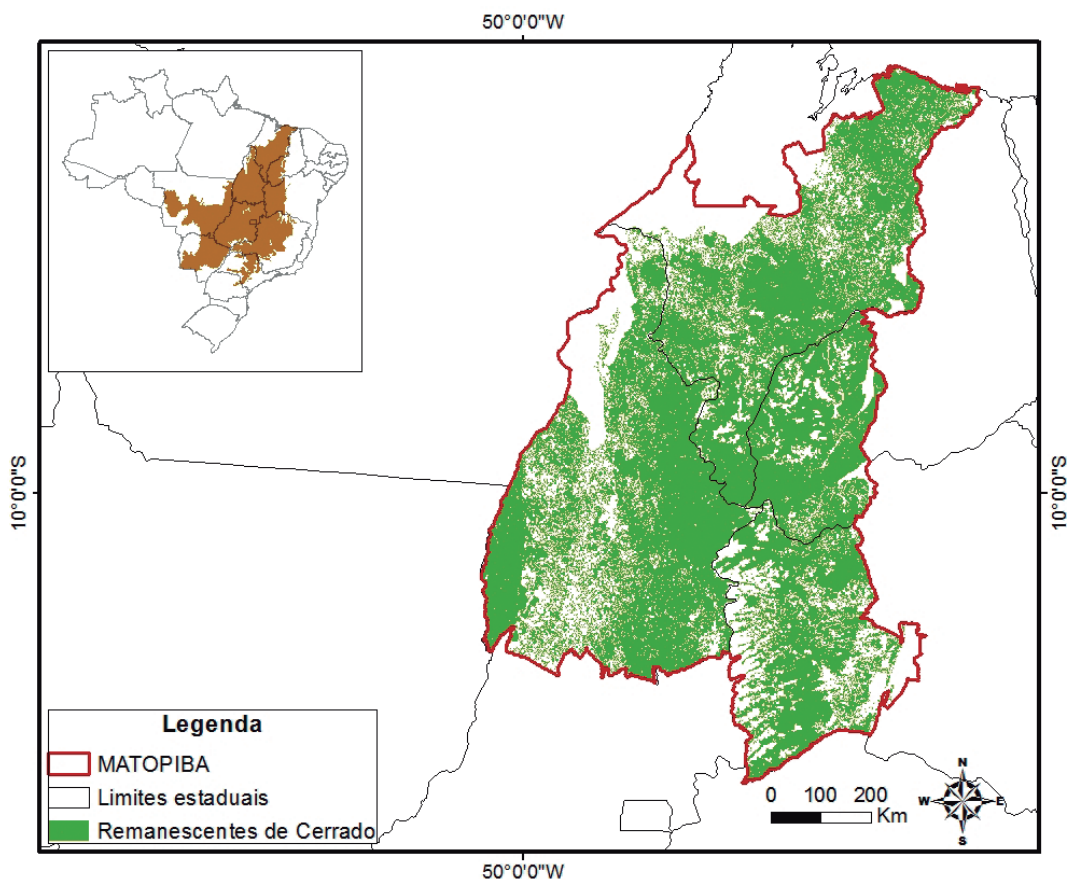
Classes de cobertura e uso da terra	Área (em hectares)	%
Vegetação florestal	1.653.000	2,3
Vegetação campestre	710.900	1,0
Vegetação campestre alagada	270.000	0,4
Silvicultura	36.620	0,1
Pastagem natural	40.750.000	56,0
Pastagem plantada	8.023.000	11,0
Mosaico de agropecuária com remanescentes florestais	4.333.000	6,0
Mosaico de vegetação campestre com áreas agrícolas	2.890.000	4,0
Mosaico de vegetação florestal com áreas agrícolas	6.960.000	9,6
Área agrícola	5.990.000	8,2
Área descoberta	214.300	0,3
Área artificial	147.800	0,2
Corpo d'água	809.800	1,1
Total	72.788.420	100,0

Fonte: Embrapa (2015) e IBGE (2016a).
Elaboração dos autores.

É possível concluir, com base nas informações do IBGE (2016b), que parcela importante da classe “pastagem natural” revelada pelo mapa de uso e ocupação da terra talvez não esteja sob uso pecuário, ou mesmo seja pastagem, mas represente os remanescentes vegetais, que ocupam 48,9 milhões de hectares (mapa 18) (Ibama, 2016).

MAPA 18

Remanescentes vegetais de Cerrado no Matopiba (2009)



Fonte: Embrapa (2015), Ibama (2016) e IBGE (2016a).

Elaboração dos autores.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

A segunda principal classe de cobertura e uso da terra é a pastagem plantada, com 8 milhões de hectares, representando 11% do território da região. A área agrícola foi estimada em 6 milhões de hectares. Ambas as estimativas de áreas estão próximas daquela realizada a partir dos dados do Agropecuário 2006: pastagem plantada 12,3 milhões; área agrícola 4,5 milhões (IBGE, 2016b) (tabela 5). Entretanto, é preciso considerar que 14 milhões de hectares estão nas seguintes classes de cobertura e uso das terras (mapa 17 e tabela 4): mosaico de vegetação florestal

com áreas agrícolas (7 milhões);¹⁵ mosaico agropecuário com remanescentes florestais (4,3 milhões);¹⁶ mosaico de vegetação campestre com áreas agrícolas (2,9 milhões).¹⁷ Estas estimativas reforçam os resultados do levantamento do Ibama (2016) de remanescentes de Cerrado (mapa 18).

A área em uso agropecuário na região, média trienal 2010-2012, foi estimada em 24,5 milhões de hectares: pastagem – 19,6 milhões, lavouras temporárias – 4,7 milhões e lavouras permanentes – 83 mil hectares (tabela 5). A atividade pecuária está concentrada em Tocantins (9,4 milhões de hectares), Bahia (5 milhões) e Maranhão (4,4 milhões) (IBGE, 2016b).

TABELA 5

Área por utilização agropecuária das terras no Matopiba (2010-2012)

(Em hectares)

Localidade	Lavouras permanentes ¹		Lavouras temporárias ¹		Pastagens ²		Total	
	Hectares	%	Hectares	%	Hectares	%	Hectares	%
TO	6.204	7,5	699.832	14,8	9.419.052	48,0	10.125.088	41,4
MA	27.076	32,5	1.386.132	29,3	4.399.824	22,4	5.813.032	23,8
PI	22.219	26,7	719.650	15,2	794.837	4,0	1.536.706	6,3
BA	27.718	33,3	1.928.354	40,7	5.066.212	25,8	7.022.284	28,7
Matopiba	83.218	100,0	4.733.967	100,0	19.640.327	100,0	24.457.511	100,0
Brasil ³	6.274.369	1,3	61.301.893	7,7	164.181.816	12,0	231.758.078	10,6

Fonte: Embrapa (2015) e IBGE (2016a; 2016b).

Elaboração dos autores.

Notas: ¹ A estimativa foi realizada com base na média trienal (2010-2012) da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) do IBGE (2016b) para as lavouras temporárias e permanentes.² A área de pastagem referente ao período 2010-2012 foi estimada com base na média trienal (2010-2012) do efetivo de cabeças bovinas divulgado pela Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) do IBGE (2016b) e da relação área de pastagem e cabeça de gado obtida do Censo Agropecuário 2006 (2016b). Pressupõe-se que essa relação tenha sido mantida.³ Os percentuais representam a participação relativa do Matopiba no Brasil.

15. Compreende “a área que contenha mais de 50% e menos de 75% do polígono ocupado com vegetação florestal e o restante do polígono com mosaicos de lavouras irrigadas ou não, lavouras permanentes, pastagem e/ou silvicultura” (IBGE, 2013, p. 17). A partir desse entendimento é possível estimar o intervalo da vegetação florestal nestas áreas entre 3,5 milhões de hectares (50%) e 5,2 milhões de hectares (75%).

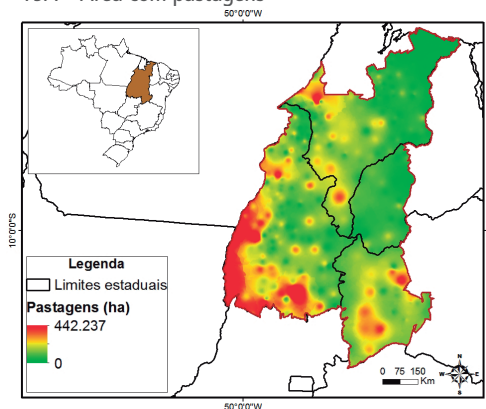
16. Corresponde “a área que contenha mais de 50% e menos de 75% do polígono ocupado com área agrícola” ou agropecuária “e o restante do polígono com remanescentes, regeneração florestal e pastagens” (IBGE, 2013, p. 17). Essa informação permite estimar o intervalo da área agropecuária no mosaico entre 2,1 milhões de hectares (50%) e 3,2 milhões de hectares (75%).

17. Representa a área do “polígono que contenha mais de 50% e menos de 75% ocupado com vegetação campestre e o restante do polígono com mosaicos de lavouras temporárias irrigadas ou não, lavouras permanentes, pastagem e/ou silvicultura” (IBGE, 2013, p. 18). Essa informação permite estimar o intervalo da área com vegetação campestre entre 1,4 milhão de hectares (50%) e 2,1 milhões de hectares (75%).

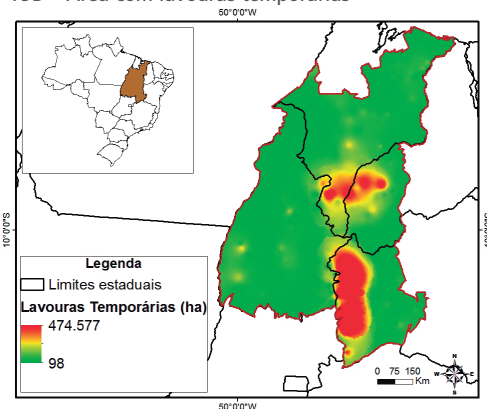
MAPA 19

Área dos estabelecimentos agropecuários por utilização das terras por pastagens e lavouras temporárias e permanentes, Matopiba, 2010-2012
(Em hectares)

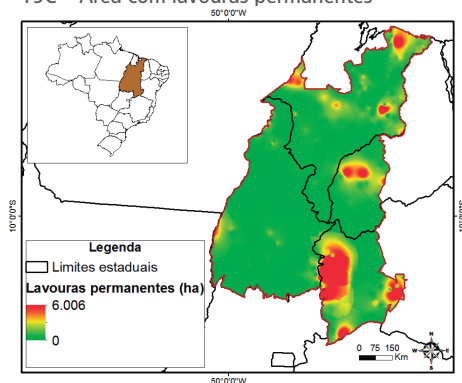
19A – Área com pastagens¹



19B – Área com lavouras temporárias²



19C – Área com lavouras permanentes²



Fonte: Embrapa (2015) e IBGE (2016a; 2016b).

Elaboração dos autores.

Notas: ¹ A área de pastagem referente ao período 2010-2012 foi estimada com base na média trienal (2010-2012) do efetivo de cabeças bovinas divulgado pela Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE (2016b) e da relação área de pastagem e cabeça de gado obtida do Censo Agropecuário 2006 (2016b).

² Os dados referentes ao período 2010-2012 representam a média trienal (2010-2012) da Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE (2016b).

Obs.: 1. A metodologia utilizada para a espacialização das informações agropecuárias é o método IDW – *Inverse Distance Weighted* do ArcGis 10.2.2 (ESRI, 2016a). O resultado da aplicação desta metodologia é o mapa de intensidade ou de “calor” (*Heat Map*). Os mapas de “calor” agropecuários foram preparados com base no mapa de cobertura e uso das terras do IBGE e nas bases de dados do Sida/IBGE (IBGE, 2016a; 2016b).

2. Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

A espacialização da área por tipo de utilização das terras revelou a localização das pastagens e das lavouras temporárias e permanentes no Matopiba em 2010-2012 (mapa 19). Observa-se que existe uma profunda concentração espacial das lavouras temporárias na fronteira entre a Bahia e Tocantins e na fronteira Maranhão e Piauí. Um aspecto interessante é que, no Maranhão e no Piauí, observa-se o predomínio das lavouras temporárias. No Tocantins, o predomínio é das pastagens, enquanto as lavouras temporárias têm pequena relevância. Apesar de ser pequena a área com lavouras permanentes (tabela 5), a atividade

está localizada nos estados do Maranhão, do Piauí e da Bahia (mapa 19). A análise revela que as áreas do Matopiba nas quais a agricultura tem despontado como atividade mais dinâmica estão localizadas nos estados do Maranhão, do Piauí e da Bahia (mapa 19), enquanto Tocantins se destaca no cultivo de arroz e na criação de gado (tabela 6).

A identificação das principais culturas agrícolas desenvolvidas no Matopiba foi realizada com base na área plantada da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) do IBGE. O período adotado na análise foi a média trienal 2010-2012, para evitar os efeitos sazonais típicos das lavouras temporárias. A área plantada com lavouras temporárias alcançou 4,4 milhões de hectares, concentrada em cinco culturas,¹⁸ ocupando 94% da área plantada: soja (53%), milho (16%), arroz (12%), algodão (8%) e feijão (4%) (IBGE, 2016b).

TABELA 6

Principais municípios em termos de área plantada total com lavouras temporárias, Matopiba: 2010-2012 (média trienal)

Municípios	Algodão	Arroz	Feijão	Milho	Soja	Total
São Desidério - BA	159.660	6.079	9.820	53.128	238.333	474.735
Formosa do Rio Preto - BA	40.200	1.724	1.725	27.629	308.818	382.751
Barreiras - BA	35.743	1.657	7.526	26.891	118.830	195.839
Correntina - BA	44.286	240	2.521	16.864	108.915	179.546
Luís Eduardo Magalhães - BA	11.138	415	5.532	17.354	135.666	174.571
Balsas - MA	7.109	4.223	1.137	19.219	131.931	164.154
Tasso Fragoso - MA	6.998	2.034	138	9.588	109.753	128.699
Uruçuí - PI	5.964	4.934	3.662	22.956	92.594	128.441
Baixa Grande do Ribeiro - PI	3.788	9.973	1.295	12.037	91.377	120.018
Riachão das Neves - BA	29.910	917	1.693	8.498	65.779	108.540
Total nos dez principais municípios	344.795	32.195	35.049	214.164	1.401.996	2.057.294
% do Matopiba	92	6	19	30	59	46
Restante (327 municípios)	31.286	479.279	152.295	491.312	965.238	2.374.905
% do Matopiba	8	94	81	70	41	54
Total Matopiba	376.081	511.474	187.344	705.475	2.367.234	4.432.198
% do Brasil	31	19	5	5	10	7
Brasil	1.219.133	2.692.222	3.582.093	13.877.912	24.154.021	61.301.893

Fonte: Embrapa (2015) e IBGE (2016a; 2016b).
Elaboração dos autores.

18. A PAM/IBGE investiga 31 culturas temporárias (IBGE, 2016b).

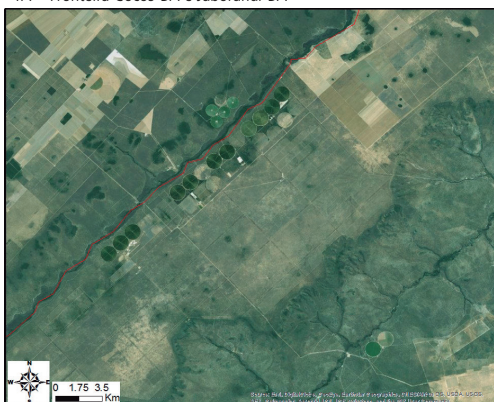
Os dados da PAM/IBGE revelam que a área destinada às lavouras permanentes diminuiu na região entre 2006 e 2010-2012. As estimativas indicam que a área destinada à colheita era de apenas 83 mil hectares em 2010-2012 (IBGE, 2016b). Conclui-se que as lavouras temporárias estão comandando o processo de ocupação da fronteira agrícola, e que as lavouras permanentes não são concorrentes, processo similar ao que aconteceu na ocupação do Centro-Oeste brasileiro. Cabe destacar que as lavouras permanentes também pouco podem ser doadoras de áreas para o avanço desse processo.

A área cultivada com auxílio de sistemas de irrigação foi estimada com base nos dados do Censo Agropecuário 2006 em 211 mil hectares na região, usada por 11,5 mil estabelecimentos (IBGE, 2016b). A Bahia abriga 56% dos estabelecimentos rurais que usavam sistemas de irrigação, ocupando 114 mil hectares. A figura 1 apresenta algumas imagens de satélite das áreas irrigadas com pivô central no estado da Bahia.

FIGURA 1

Imagens de satélite das áreas irrigadas com pivô central no estado da Bahia

1A – Fronteira Cocos-BA e Jaborandi-BA



1B – Jaborandi-BA



1C – Correntina-BA



1D – Luís Eduardo Magalhães-BA e Barreiras-BA



Fonte: Embrapa (2015), IBGE (2016a) e ESRI (2016b).
Elaboração dos autores.

O principal sistema de irrigação usado na região em termos de área era aspersão (outros métodos) com 62 mil hectares, seguido por aspersão (pivô central) em 52 mil hectares. O Maranhão abriga a segunda maior área com sistemas de irrigação, 55 mil hectares. Observa-se que o uso de sistemas de irrigação ainda é baixo, predominando o sistema de sequeiro no cultivo das lavouras. Isto significa que as lavouras estão mais suscetíveis à dinâmica climática natural, elevando o risco da atividade em uma região marcada por importantes restrições edafoclimáticas. Apesar dessas restrições, o acesso ao seguro rural é baixo no Matopiba (CNA, 2016). Entretanto, o uso de sistemas de irrigação pode esbarrar na disponibilidade hídrica.

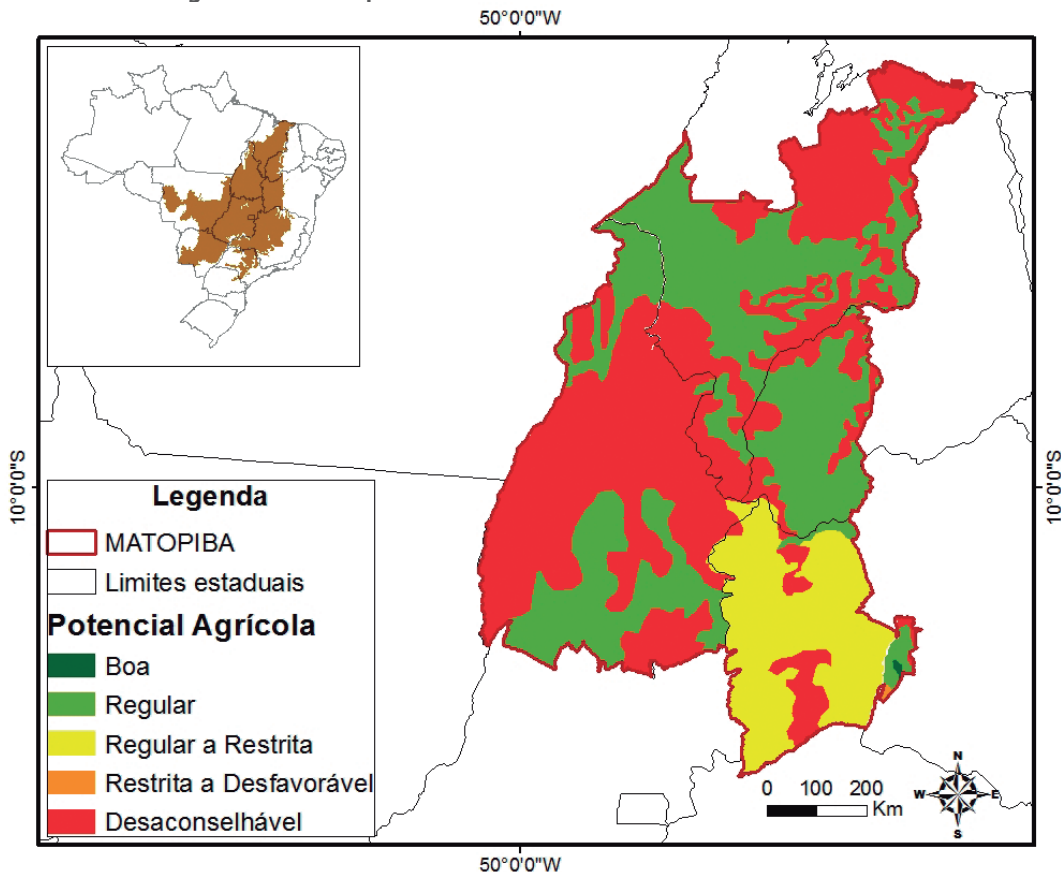
4 O PAPEL DAS RESTRIÇÕES AMBIENTAIS NA AGRICULTURA DO MATOPIBA

As principais restrições ambientais para o desenvolvimento da agricultura no Matopiba são: o potencial agrícola; a disponibilidade hídrica; as restrições institucionais, como o Código Florestal de 2012; as unidades de conservação; e a criação de novas áreas de proteção. No entanto, associado às restrições, têm-se os resultados da ação da sociedade que agora afetam o desempenho da agricultura, tais como o processo de desertificação, o desmatamento, o aumento das situações de emergência ou de estado de calamidade pública e as mudanças climáticas locais.

O *potencial agrícola* pode ser o ponto de partida para a discussão das restrições ambientais, que afetam a manutenção e o avanço das atividades agropecuárias no Matopiba. O potencial agrícola pode ser avaliado com base nas características de solos favoráveis ou não ao uso agropecuário, tais como fertilidade natural, propriedade física, química e morfológica, bem como declividade do terreno¹⁹ (IBGE, 1997). As classes de potencialidade agrícola encontradas no Matopiba são: desaconselhável, regular, regular a restrita (mapa 20).

19. A respeito da classificação do potencial agrícola do solo no Brasil, ver Anuário Estatístico do Brasil, seção *Solos e sua Potencialidade Agrícola* (IBGE, 1997).

MAPA 20
Potencial agrícola do Matopiba



Fonte: Embrapa (2015) e IBGE (2016a).

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. Potencialidade agrícola "Boa" possui características físicas e/ou morfológicas do solo altas, fertilidade do solo boa, topografia plana e suave ondulada e limitações ao uso agrícola igual a praticamente sem limitações. Potencialidade agrícola "Regular" possui características físicas e/ou morfológicas do solo baixas, fertilidade do solo boa, topografia plana e suave ondulada e limitações ao uso agrícola igual a baixa disponibilidade de nutrientes, excesso de alumínio. Potencialidade agrícola "Regular a Restrita" possui características físicas e/ou morfológicas do solo baixas, fertilidade do solo regular, topografia plana e suave ondulada e limitações ao uso agrícola igual a baixa disponibilidade de nutrientes, excesso de alumínio e textura grosseira. Potencialidade agrícola "Restrita a Desfavorável" possui características físicas e/ou morfológicas do solo baixas, fertilidade do solo regular, topografia plana e suave ondulada e limitações ao uso agrícola igual a excesso de sódio, restrição de drenagem e risco de inundação. Potencialidade agrícola "Desaconselhável" possui características físicas e/ou morfológicas do solo muito baixas, fertilidade do solo ruim, topografia montanhosa a escarpada e limitações ao uso agrícola igual a alta salinidade, reduzida profundidade, presença de pedras e rochas e textura arenosa (IBGE, 1997).

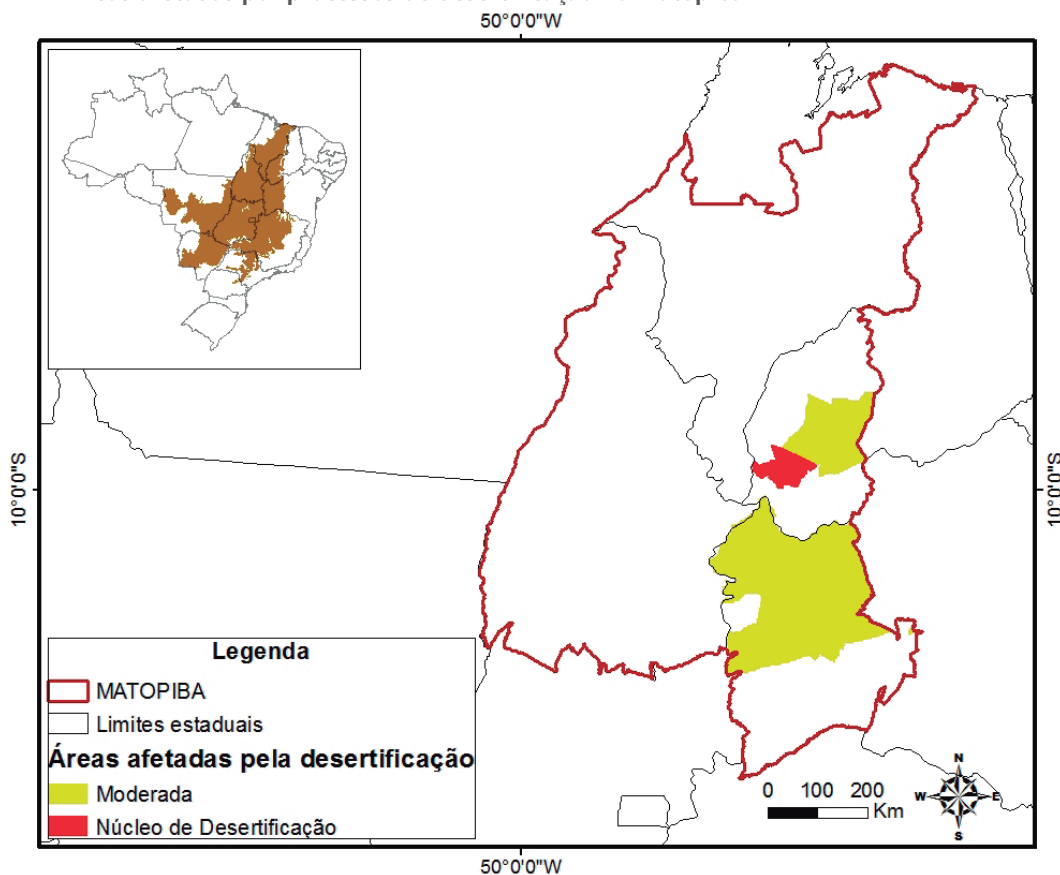
2. Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

O potencial agrícola encontrado na região chama a atenção na discussão sobre a ocupação e a sustentabilidade desta nova fronteira agrícola brasileira. A potencialidade agrícola pode ser agravada pelo elevado grau de degradação do solo e das práticas de manejo adotadas na região. Neste aspecto, os dados do Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2016a) revelam que está em curso um *processo de desertificação* (mapa 21), que representa uma consequência do uso inadequado das terras pela sociedade. A área com moderado processo de desertificação foi estimada em 9 milhões de hectares, e a área

considerada núcleo de desertificação com 591 mil hectares. As estimativas indicam que 9,6 milhões de hectares do Matopiba necessitam de investimento imediato em gestão do solo para barrar a desertificação ou mesmo para recuperar essas áreas.

MAPA 21

Áreas afetadas por processos de desertificação no Matopiba



Fonte: Embrapa (2015), Brasil (2016a) e IBGE (2016a).

Elaboração dos autores.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Verifica-se que as áreas afetadas pela desertificação estão justamente em áreas de ocupação agrícola (mapa 19). Desse modo, o processo de desertificação pode ser agravado em função das práticas de manejo agrícola adotadas pelos agricultores, do avanço do desmatamento da vegetação nativa e da ocorrência de secas e estiagens. O *desmatamento* é uma consequência da ação da sociedade na região, mas que pode comprometer o atendimento das propriedades em relação ao Novo Código Florestal de 2012, além de gerar consequências negativas para a agricultura, tais como escassez hídrica e desertificação.

Estima-se que em torno de 3,2 milhões de hectares tenham sido desmatados no Cerrado apenas entre 2002 e 2014 (Embrapa, 2015; IBGE, 2016a; CSR/UFGM, 2016).

A ocupação da nova fronteira agrícola tem sido analisada a partir da perspectiva da substituição de culturas tradicionais por culturas sob bases modernas de produção (Miranda, Magalhães e Carvalho, 2014). Isto porque a tecnologia tem sido o motor do dinamismo da agricultura desde a década de 1970 (Alves e Silva e Souza, 2015; Gasques *et al.*, 2016), proporcionando, assim, as bases tecnológicas para o avanço da fronteira agrícola. No entanto, essa área desmatada revela que ainda está em curso na região a abertura de novas áreas para cultivo baseadas na supressão da vegetação nativa, ou seja, no desmatamento. O estudo realizado por Rudorff e Risso (2015, p. 4) revelou que “*a maior parte da mudança de uso e cobertura da terra causada pela expansão das culturas anuais ocorreu sobre vegetação nativa da região do Matopiba*”. De acordo com Rudorff e Risso (*op. cit.*), no Matopiba, a conversão de pastagem e outra cultura agrícola representa entre 32% e 37% da expansão agrícola entre 2000 e 2014, ou seja, entre 63% e 68% da expansão agrícola ocorreu a partir da conversão de áreas com vegetação nativa.

Essa estratégia de ocupação da fronteira pode influenciar as restrições ambientais e sociais inerentes desta região. Rudorff e Risso (2015) estimam que o estoque de terras com alta aptidão agrícola no Matopiba em áreas com remanescentes de vegetação nativa é de 5,4 milhões de hectares. A área inapta com remanescentes de vegetação nativa foi estimada em 18,1 milhões de hectares (Rudorff e Risso, 2015). Estes resultados revelam que, no Matopiba, a área para expansão da agricultura talvez esteja esgotada em remanescentes de vegetação nativa. Isto significa que a expansão deverá ocorrer a partir das mudanças nos usos econômicos das terras, por exemplo, pastagens. Cabe destacar que as estimativas não consideram as áreas de reserva legal e de preservação permanentes (Brasil, 2012). Contudo, mesmo a ocupação das pastagens pela agricultura, se não corretamente manejada, implica em custos ambientais. A região abriga áreas com pastagens naturais, onde haveria maior biodiversidade.

A redução da vegetação nativa via desmatamento e o avanço da desertificação ainda podem contribuir para a ocorrência de secas e estiagens. Os dados do Ministério da Integração Nacional (Brasil, 2016e) sobre *pedidos de reconhecimentos de situação de emergência (SE) e estado de calamidade pública (ECP)* indicam a ocorrência de secas²⁰ e estiagem²¹ no

20. Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade), “seca é uma estiagem prolongada, durante o período de tempo suficiente para que a falta de precipitação provoque grave desequilíbrio hidrológico” (Brasil, 2016f, p. 4).

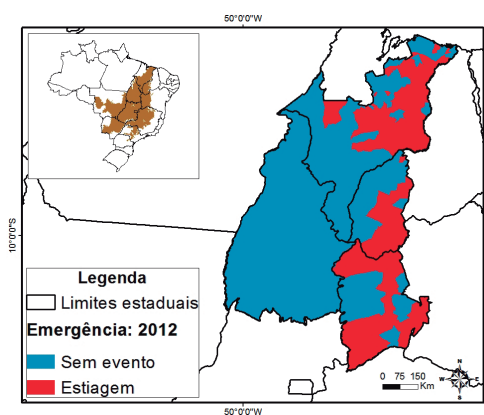
21. Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade), estiagem corresponde ao “período prolongado de baixa ou nenhuma pluviosidade, em que a perda de umidade do solo é superior à sua reposição (Brasil, 2016f, p. 4).

Matopiba (mapa 22), especialmente na área que concentra a ocupação da moderna agricultura. Esses dados representam uma sinalização clara de mudanças no uso do solo. Dependendo da forma de ocupação, secas, estiagens, chuvas intensas e enxurradas podem ser resultados negativos. Dessa maneira, a dimensão ambiental não pode ser ignorada na tomada de decisão do produtor e nem mesmo das políticas públicas.

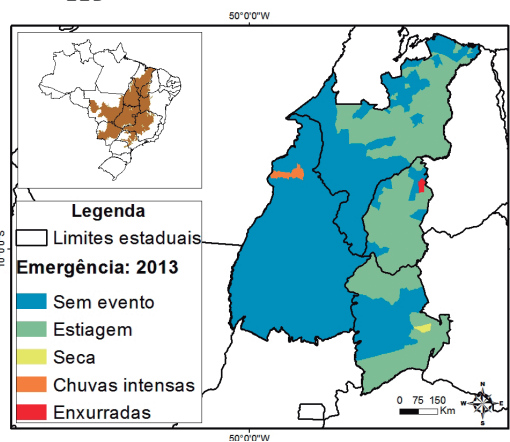
MAPA 22

Municípios do Matopiba com reconhecimentos da situação de emergência ou estado de calamidade pública (2012-2015)

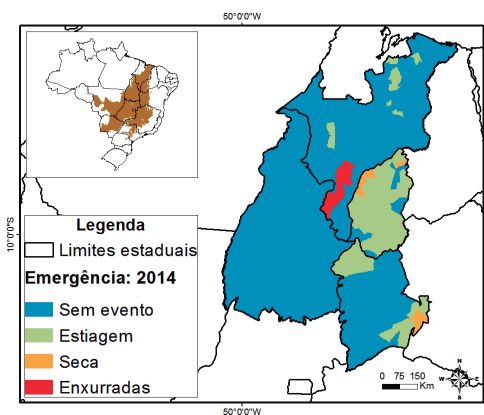
22A



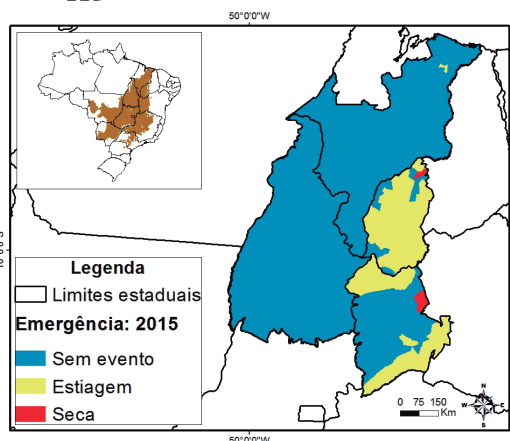
22B



22C



22D

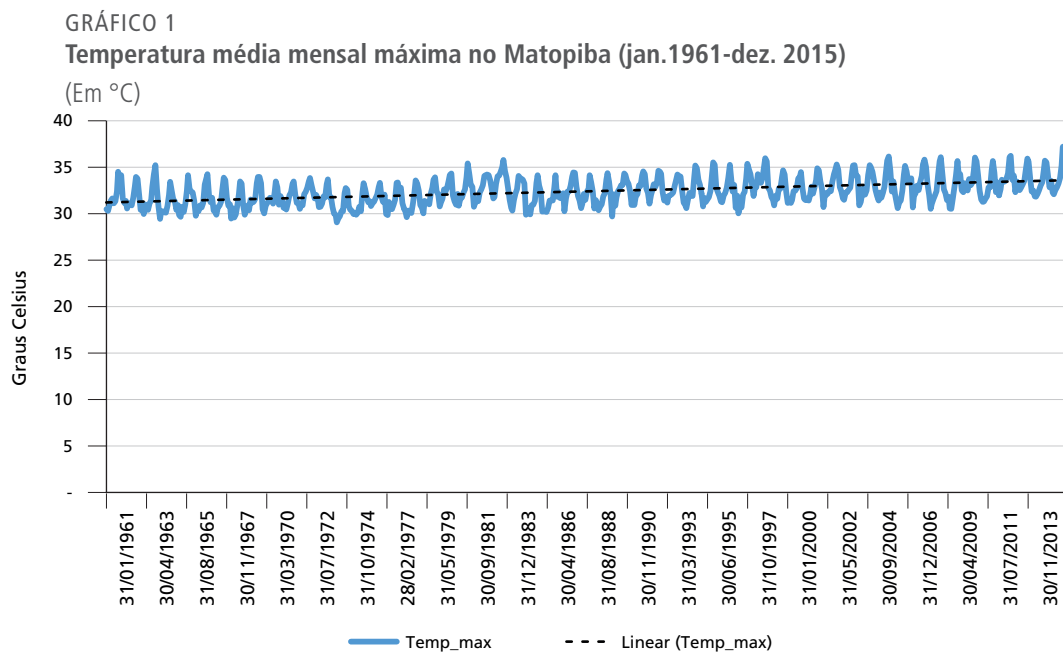


Fonte: Embrapa (2015), IBGE (2016a) e Brasil (2016e).

Elaboração dos autores.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Da mesma forma que a ocorrência de eventos ambientais adversos representa um sinal de alerta, as mudanças nas *temperaturas médias* reforçam essa sinalização. Os registros do Inmet (2016) das estações climáticas²² para o período de janeiro de 1961 a dezembro de 2015 revelam um aumento na temperatura média mensal máxima (gráfico 1).



Fonte: Embrapa (2015), IBGE (2016a) e Inmet (2016).

Elaboração dos autores.

Obs.: A estimativa foi realizada a partir dos dados mensais das estações climáticas da região. Temp_max é a temperatura média mensal máxima.

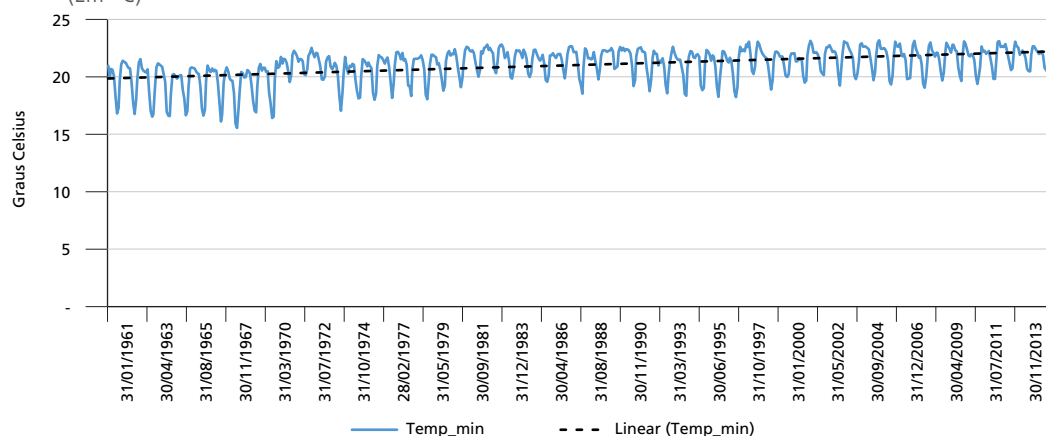
A ocorrência mais frequente de temperatura média máxima superior a 34°C pode proporcionar graves impactos para a atividade agrícola (Brasil, 2016d). No Matopiba, foi estimado que, em média, 29% das observações das estações climáticas registraram temperaturas médias mensais máximas iguais ou superiores a 34°C, variando entre 8% e 45% entre as estações. Considerando a temperatura média mensal máxima de 33°C, esse percentual alcança 43% das observações, variando entre 17% e 60%. O maior aumento na temperatura pode ser verificado na média mensal mínima (gráfico 2).

22. O número total de estações identificadas no Matopiba é de 25 (Inmet, 2016).

GRÁFICO 2

Temperatura média mensal mínima no Matopiba (01/1961-12/2015)

(Em °C)



Fonte: Embrapa (2015), IBGE (2016a) e Inmet (2016).

Elaboração dos autores.

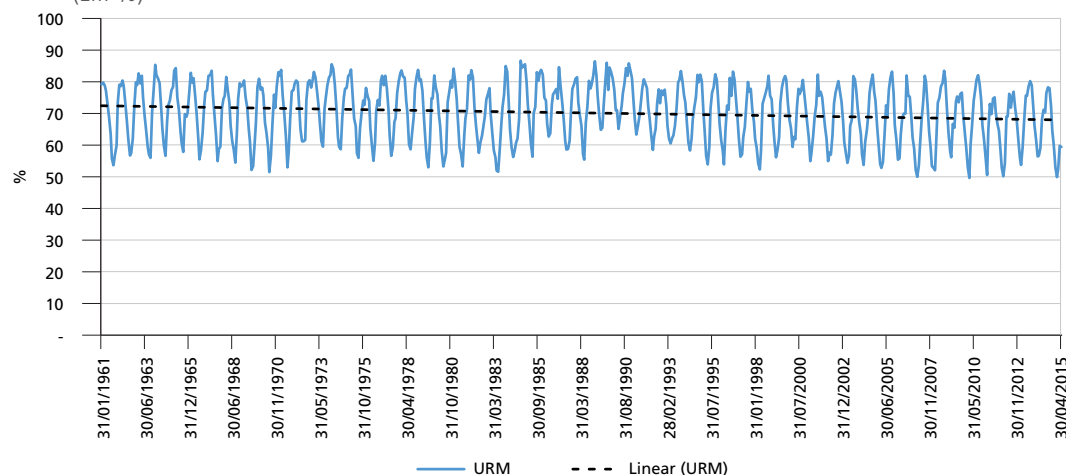
Obs.: A estimativa foi realizada a partir dos dados mensais das estações climáticas da região. Temp_min é a temperatura média mensal mínima.

Os aumentos na temperatura média mensal máxima e mínima têm reflexo na *umidade relativa média mensal*, que indica uma pequena queda entre janeiro de 1961 e dezembro de 2015, de acordo com os dados das estações climáticas do Inmet (gráfico 3).

GRÁFICO 3

Umidade relativa média mensal no Matopiba (jan. 1961-dez. 2015)

(Em %)



Fonte: Embrapa (2015), IBGE (2016a) e Inmet (2016).

Elaboração dos autores.

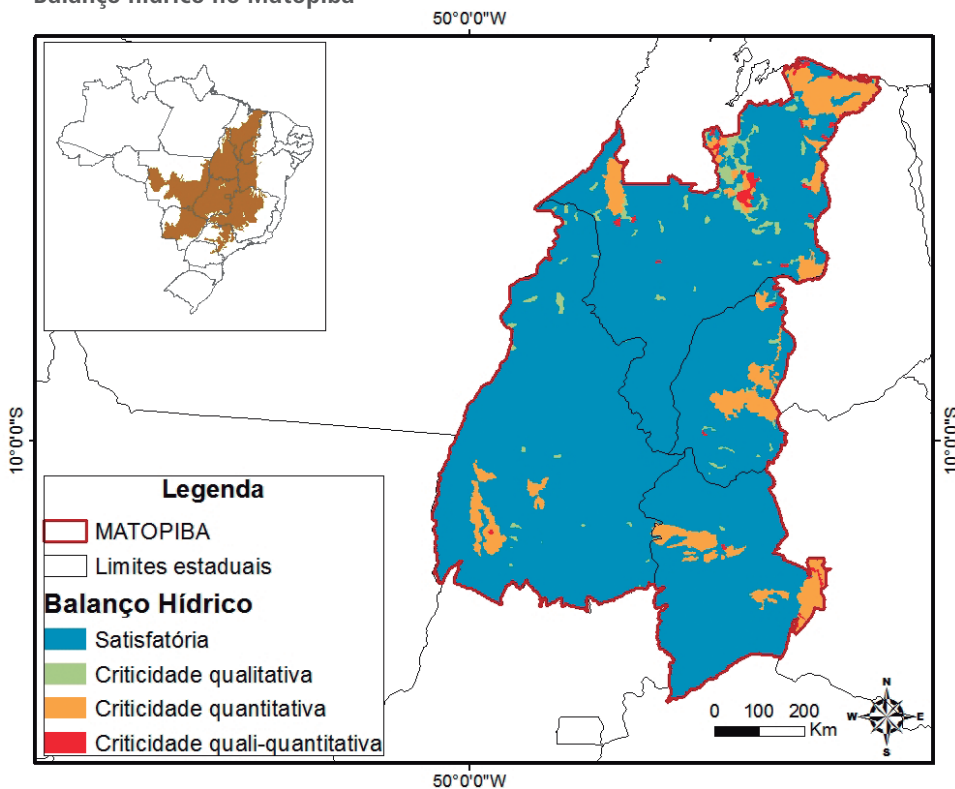
Obs.: A estimativa foi realizada a partir dos dados mensais das estações climáticas da região. URM é a Umidade Relativa Média mensal.

Outra importante restrição ambiental ao desenvolvimento da agricultura na região é a *disponibilidade hídrica*. Apesar do papel da irrigação na agricultura desenvolvida em áreas com

restrição pluviométrica (Alves e Silva e Souza, 2015), o uso dessa alternativa esbarra na disponibilidade hídrica natural, e claro, na demanda hídrica. As estimativas da Agência Nacional de Águas (ANA, 2016b) para o Balanço Hídrico Brasileiro²³ revelam que áreas agrícolas do Matopiba apresentam criticidade qualitativa, quantitativa e quali-quantitativa (mapa 23). Apesar da dominância da criticidade satisfatória, a atenção em relação à disponibilidade hídrica permanece na região, conforme já destacado pelo número de pedidos de reconhecimentos de situação de emergência (SE) e estado de calamidade pública (ECP), que indicam a ocorrência de secas e estiagem. Essa atenção é necessária porque a disponibilidade hídrica tem sido afetada pela mudança no uso das terras, pelo avanço da irrigação e pelas mudanças no regime de chuvas da região.

MAPA 23

Balanço hídrico no Matopiba



Fonte: Embrapa (2015), IBGE (2016a) e ANA (2016b).

Elaboração dos autores.

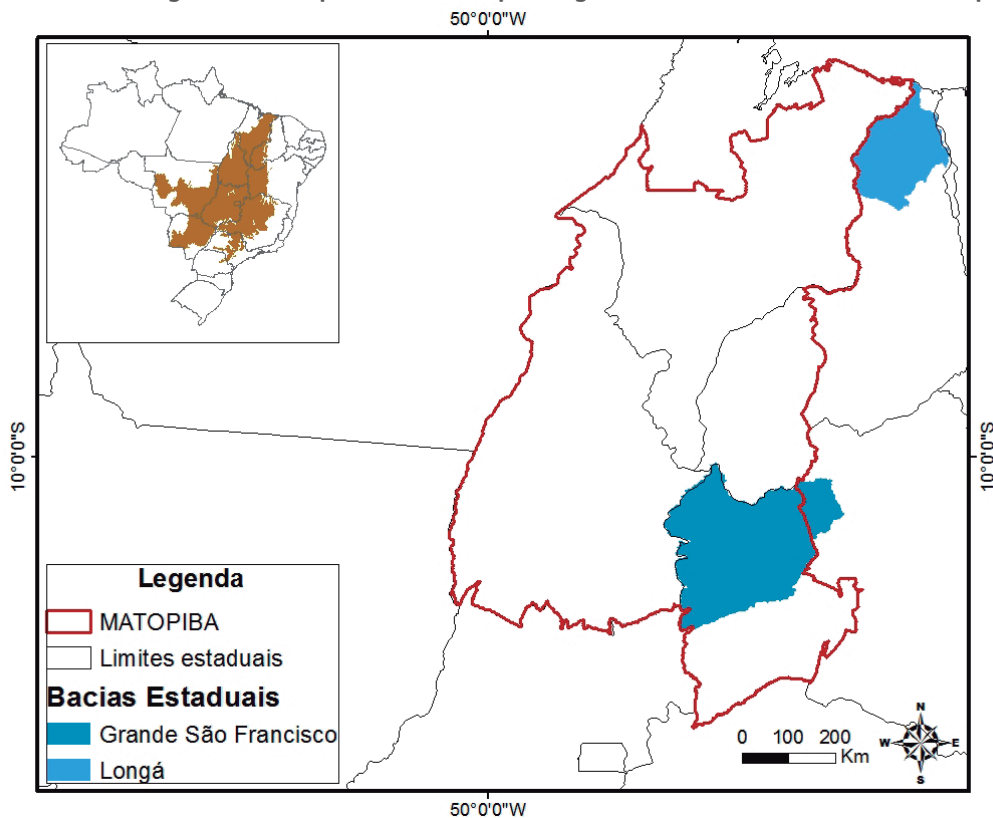
Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

23. O Balanço Hídrico (BH) pode ser avaliado em termos quantitativo, qualitativo e quali-quantitativo (ANA, 2016b). O quantitativo corresponde à relação entre as demandas consuntivas estimativas (vazões retiradas) e a disponibilidade hídrica. O qualitativo considera a capacidade de assimilação de cargas orgânicas domésticas (esgoto doméstico) pelos corpos d'água. Por fim, o quali-quantitativo representa uma análise integrada da criticidade do curso d'água ou da bacia hidrográfica sob a ótica qualitativa e quantitativa.

Em termos das bacias hidrográficas em relação ao balanço hídrico, os resultados da ANA indicam que a Bacia do Grande São Francisco deve ter atenção especial para a gestão de recursos hídricos (mapa 24). Esta bacia está localizada justamente em uma das áreas mais dinâmicas em termos da atividade agrícola na região de estudo.

MAPA 24

Bacias hidrográficas de especial interesse para a gestão de recursos hídricos no Matopiba



Fonte: Embrapa (2015), IBGE (2016a) e ANA (2016b).

Elaboração dos autores.

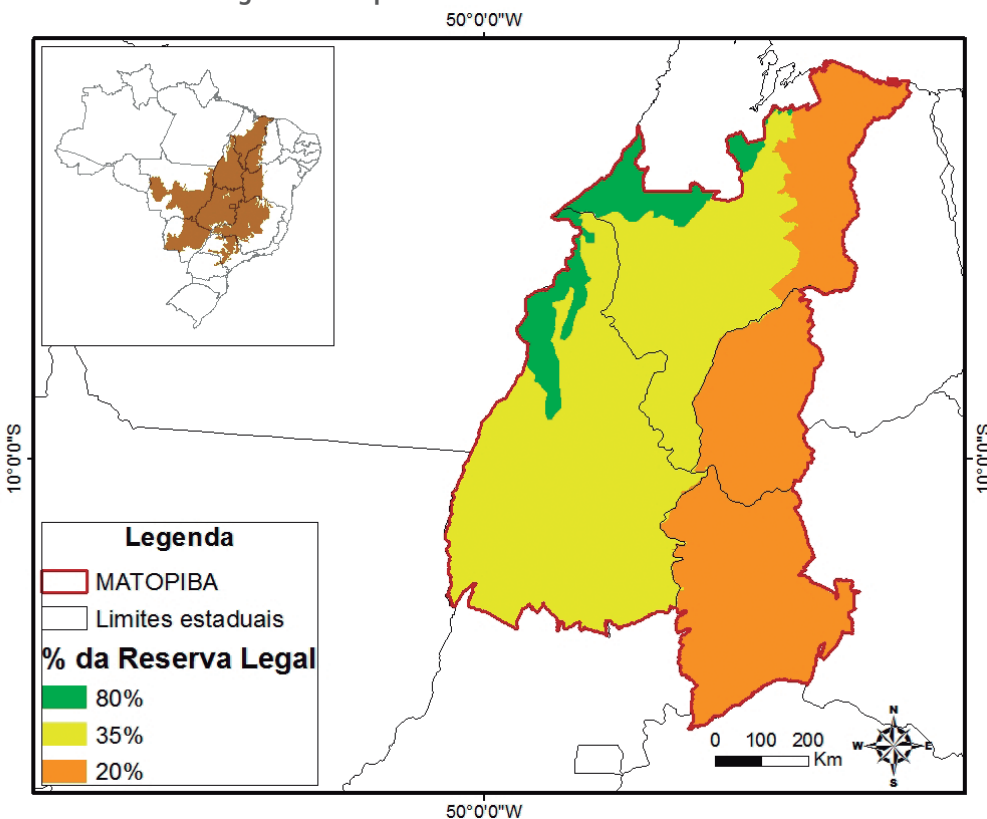
Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Além dessas restrições ambientais, há as *restrições institucionais*, como o *Código Florestal de 2012*, *Sistema Nacional de Unidades de Conservação* (Snuc) e *outras áreas de proteção*. Em relação ao Código Florestal de 2012, a principal restrição é a manutenção de cobertura com vegetação

nativa na propriedade rural na forma de reserva legal²⁴ e área de preservação permanente.²⁵ No Matopiba, o produtor rural está sujeito a três percentuais mínimos de reserva legal: 80% quando o imóvel rural estiver em área florestal e na Amazônia Legal (Lei nº 1.806/1953); 35% se estiverem na área de Cerrado e na Amazônia Legal; 20% se a propriedade rural estiver nas demais regiões do país, como é o caso do Cerrado fora da Amazônia Legal e da Caatinga (mapa 25).

MAPA 25

Percentual mínimo com cobertura de vegetação nativa em relação à área do imóvel rural a título de reserva legal no Matopiba



Fonte: Brasil (2012), Embrapa (2015) e IBGE (2016a).

Elaboração dos autores.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

24. O Código Florestal de 2012 definiu reserva legal como: “área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa” (Brasil, 2012, art. 3º, inciso III).

25. O Código Florestal de 2012 define área de preservação permanente (APP) como: “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (Brasil, 2012, art. 3º, inciso II).

A partir das estimativas realizadas por Magalhães e Miranda (2014), para as áreas de Cerrado na Amazônia Legal, Cerrado fora da Amazônia Legal, Amazônia e Caatinga, estimou-se que a reserva legal deveria ter 23,8 milhões de hectares no Matopiba: 14 milhões no Cerrado da Amazônia Legal; 5,3 milhões no Cerrado fora da Amazônia Legal; 4,2 milhões na Amazônia; 241 mil hectares na Caatinga. Segundo Censo Agropecuário 2006, a área com matas e florestas no Matopiba era de 12,3 milhões de hectares, o que resultaria em um *deficit*, apenas em termos de reserva legal, de mais de 10 milhões de hectares. Entretanto, essa questão precisa ser melhor investigada, se possível o cruzamento de dados a partir do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e de imagens de satélites.

Em relação às APPs, a delimitação é mais complicada, conforme as novas regras do Código Florestal de 2012 (capítulo II, seção I), em que se encontra a definição de APP.

Art. 4º, inciso I: as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:²⁶ a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros.

Art. 4º, inciso II: as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de: a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros; b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas.

Art. 4º, inciso III: as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento.

Art. 4º, inciso IV: as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros.

Art. 4º, inciso V: as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive.

Art. 4º, inciso VI: as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues.

26. Incluído pela Lei nº 12.727/2012.

Art. 4º, inciso, VII: os manguezais, em toda a sua extensão.

Art. 4º, inciso VIII: as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais.

Art. 4º, inciso IX: no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25º, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação.

Art. 4º, inciso X: as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

Art. 4º, inciso XI: em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.

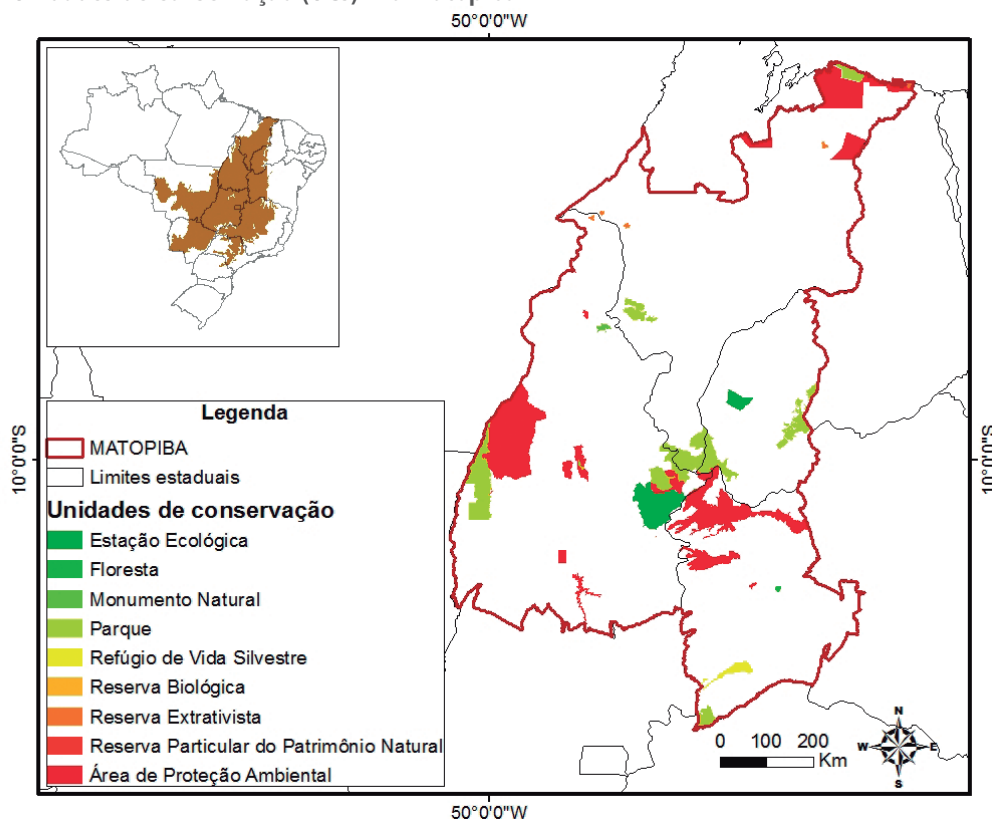
O Código Florestal de 2012 também criou a “área rural consolidada”, entendida como “área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio” (Brasil, 2012, art. 3º, inciso IV). Desse modo, nas APPs, é autorizada a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008 (Brasil, 2012, art. 61-A). Os imóveis rurais com área de um até quatro módulos fiscais que possuam área rural consolidada APP ao longo de cursos d'água naturais terão que recompor as respectivas faixas marginais independentemente da largura do curso d'água: cinco metros (até um módulo fiscal); oito metros (superior a um módulo fiscal e de até dois módulos fiscais); quinze metros (superior a dois módulos fiscais e de até quatro módulos fiscais).

Em função da dificuldade operacional para a delimitação das APPs na região, não é realizada uma estimativa. Apesar disso, a análise da rede hidrológica (mapa 7) permite visualizar que as APPs de corpos d'água são significativas na região. Desse modo, essa restrição ambiental e institucional pode representar um desafio para a manutenção e o avanço da atividade agrícola na região, especialmente nas áreas que mais concentram a produção agrícola.

Outra restrição institucional é a *delimitação de áreas de proteção ambiental* no Matopiba, porque reduzem a disponibilidade de terras para a agricultura. De acordo

com o mapa 26, as unidades de conservação ocupam 8,2 milhões de hectares na região: áreas de proteção ambiental (APAs) ocupam 4,8 milhões de hectares; parques nacionais e estaduais 2,2 milhões de hectares; estação biológica 847 mil hectares.

MAPA 26
Unidades de conservação (UCs)¹ no Matopiba



Fonte: Embrapa (2015), IBGE (2016a) e Brasil (2016a).

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ inclui UCs federais de proteção integral, federais de uso sustentável, estaduais de proteção integral, estaduais de uso sustentável, municipais de proteção integral, municipais de uso sustentável.

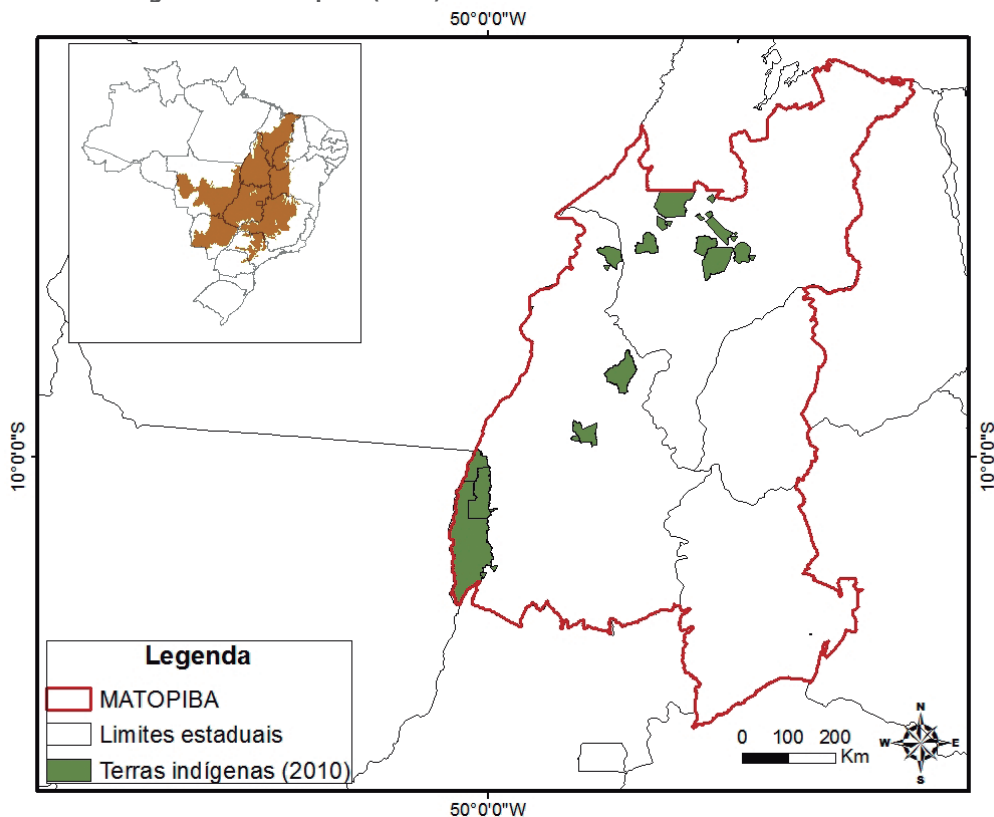
Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Pelo mapa 27, a região ainda abriga terras indígenas, que ocupavam 4,3 milhões de hectares em 2010 e que tem o mesmo efeito das áreas de proteção, reduzindo a oferta de terras. Contudo, há uma sobreposição entre a área do Parque Nacional do Araguaia (555 mil hectares) e as terras indígenas Inãwébohona (396 mil hectares) (Brasil, 2006) e Utaria Wyhyna/Iròdu Iràna (186 mil hectares)²⁷ (Funai, 2009).

27. A respeito sobre o debate da sobreposição das áreas do Parque Nacional do Araguaia e de terras indígenas, ver EcoDebate (2010).

MAPA 27

Terras indígenas no Matopiba (2010)



Fonte: Embrapa (2015), IBGE (2016a) e Brasil (2016a).
Elaboração dos autores.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

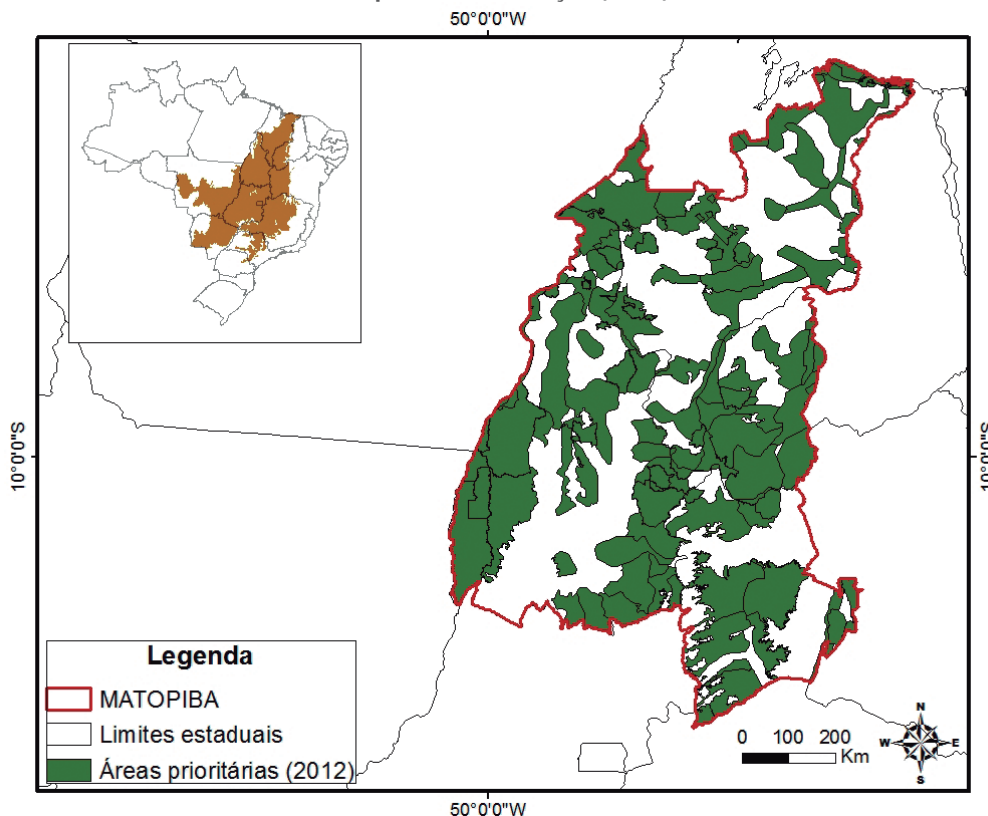
Há ainda uma restrição institucional que é potencial, representada pela discussão das áreas prioritárias para conservação,²⁸ uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira (Brasil, 2016b). Essa é uma restrição potencial, porque a definição das áreas prioritárias pode subsidiar a tomada de decisão privada e pública, em especial no planejamento e na execução de ações relacionadas a: criação de unidades de conservação, licenciamento, fiscalização e uso sustentável (Brasil, 2016b). Isto indica que, a partir das áreas prioritárias, novas áreas de proteção podem ser definidas, afetando a disponibilidade de terras para a agricultura. A última atualização realizada no bioma Cerrado foi em 2012 (Brasil, 2016c). Os resultados indicam que as áreas prioritárias

28. As regras para delimitação das áreas prioritárias foram instituídas pelo Decreto nº 5.092, de 21 de maio de 2004, pelo Ministério do Meio Ambiente.

no Matopiba incluem o bioma Cerrado, o da Caatinga e o Amazônico, somando 46 milhões de hectares (mapa 28).

MAPA 28

Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira no Matopiba, 2ª atualização (2012)



Fonte: Embrapa (2015), IBGE (2016a) e Brasil (2016c).

Elaboração dos autores.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Este panorama das restrições ambientais e institucionais revela que a discussão sobre a ocupação desta fronteira agrícola deve considerar, na devida medida, o papel da inovação tecnológica. Isto é necessário porque a questão da sustentabilidade ambiental tem moldado todo um conjunto de novas regras institucionais para disciplinar e regular a cobertura e o uso da terra. A atenção é necessária também em função do elevado grau de degradação dos ecossistemas. Em algumas regiões, a manutenção da própria atividade agrícola tem sido comprometida por conta das restrições ecológicas, ou seja, sua sustentabilidade econômica, social e ecológica (Câmara *et al.*, 2015; Pinto e Sparovek, 2015).

Neste aspecto, uma nova abordagem, mais interdisciplinar e holística e que aprofunde a discussão para a escala local, deve ser adotada na avaliação da dinâmica de ocupação do Matopiba. Políticas públicas devem ser direcionadas para promover novos conhecimentos e tecnologias que possam minimizar as restrições ambientais. Por fim, esta análise revela que a realização da ocupação e da produção agropecuária na região exigiria um nível maior de planejamento que não está sendo realizado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Matopiba ocupa 73 milhões de hectares, predominante localizado no bioma Cerrado, e é composto por 337 municípios. Essa região tem sido considerada uma importante fronteira agrícola, embora esteja em um ambiente com restrições ambientais fortes. A ocupação dessa região pode contribuir para o aumento da produção agrícola e pecuária brasileira, mas este processo deve-se basear em investimento em ciência e tecnologia. Os problemas ambientais podem advir em função do aumento na pressão sobre o uso dos recursos naturais, em especial os recursos hídricos.

Desse modo, o avanço da agricultura precisa incorporar os custos ambientais, na medida em que a degradação dos ecossistemas pode elevar o próprio risco ambiental envolvido na produção. Esse processo deve ser acompanhado por profundo estudo sobre disponibilidade hídrica, considerando as mudanças no uso e cobertura da terra, o aumento da demanda hídrica e os potenciais efeitos das mudanças climáticas globais, mas também na escala local e regional. Apesar da possibilidade de uso de sistemas de irrigação, como ocorre na Bahia, o avanço ainda esbarra na disponibilidade hídrica.

Neste sentido, o processo de desertificação em curso na região, onde a área com moderado processo de desertificação foi estimada em 9 milhões de hectares e a área considerada núcleo de desertificação com 591 mil hectares, sinaliza as dificuldades para expansão dos sistemas de irrigação. Além disso, essas informações revelam que 9,6 milhões de hectares do Matopiba necessitam urgentemente de investimento em gestão do solo para barrar a desertificação ou mesmo para recuperar essas áreas.

Conforme apresentado, os dados do Censo Agropecuário 2006 revelaram que a área com matas e florestas nativas na região era de apenas 12,3 milhões de hectares.

Essa informação permite estimar um *deficit*, apenas em termos de reserva legal, de mais de 10 milhões de hectares no Matopiba. Entretanto, essa questão precisa ser melhor investigada. O cruzamento dessas informações com o Cadastro Ambiental Rural e o auxílio de imagens de satélites são fundamentais para o planejamento econômico e para a fiscalização das propriedades agropecuárias. Além disso, as áreas de unidades de conservação ou sob proteção institucional, como áreas indígenas, mostram-se como restrições institucionais ao progresso da produção.

O uso de técnicas de manejo inadequadas pode contribuir para a degradação dos ecossistemas, comprometendo a sustentabilidade da agropecuária. O manejo incorreto do solo contribui para a degradação da qualidade hídrica e sua disponibilidade, a perda de fertilidade do solo e o aumento da erosão, que pode levar a casos extremos, como a desertificação. Por este motivo, a questão tecnológica é fundamental para a manutenção da produção agrícola e para a incorporação das novas fronteiras agrícolas, já que é preciso produzir mais e de forma sustentável.

Este estudo apresenta um panorama da situação ambiental no Matopiba para investigar algumas implicações na produção agropecuária. Os resultados indicam que esta nova fronteira agrícola brasileira apresenta um amplo conjunto de restrições ambientais para o desenvolvimento da atividade agrícola. Neste sentido, a manutenção da própria agricultura pode ser comprometida por conta das restrições ambientais, com destaque para a escassez hídrica. Desse modo, recomenda-se o monitoramento permanente do uso e da ocupação da terra para eventuais “alertas” sobre a situação ambiental no Matopiba, inclusive produtiva. Investimento em ciência e tecnologia será fundamental, tal como ocorrido no passado na incorporação do Centro-Oeste brasileiro na produção agropecuária.

O panorama das restrições ambientais e institucionais apresentado neste estudo revela ainda que a discussão sobre o avanço da ocupação desta fronteira agrícola deve considerar, na devida medida, o papel da dimensão ambiental. Essa mudança na tomada de decisão e análise dos potenciais efeitos negativos da ocupação se torna necessária, porque a dimensão ambiental tem moldado todo um conjunto de novas regras institucionais para disciplinar e regular a cobertura e uso da terra – vide novo código florestal e acordos internacionais como o de redução das emissões de carbono, além das próprias restrições ambientais. Assim, não há dúvida que a expan-

são produtiva deve ser planejada, de forma a fomentar o desenvolvimento regional. O crescimento econômico da região é importante, no intuito de gerar renda e emprego. Não obstante, a sustentabilidade econômica e ambiental determinará a trajetória de expansão. Os resultados indicam a necessidade de uma maior discussão para a avaliação da dinâmica de ocupação do Matopiba, sinalizando maiores investimentos em instituições que promovam o crescimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/N81t0Y>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

ALVES, E. *et al.* O sonho de produzir: assentados da reforma agrária da Bahia e do Rio Grande do Sul. **Revista de Política Agrícola**, Ano XXIV, n. 3, jul./ago./set. 2015.

ALVES, E.; SILVA E SOUZA, G. Pequenos estabelecimentos também enriquecem? Pedras e tropeços. **Revista de Política Agrícola**, Ano XXIV, n. 3, jul./ago./set. 2015.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **HidroWeb**. 2016a. Disponível em: <<http://goo.gl/dVwrUd>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

_____. **Balanco Hídrico**. 2016b. Disponível em: <<http://goo.gl/Fb2rP2>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

ATLAS BRASIL. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/nnX3uR>>. Acesso em: 31 maio 2016.

BECERRA, J. A. B. *et al.* Variabilidade sazonal do clima e da vegetação no bioma Cerrado: I. abordagem diagnóstica por sensoriamento remoto. In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2010, Belém, **Anais...** Belém: CBMET. Disponível em: <<http://goo.gl/wEk0ok>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

BRASIL. Lei nº 1.806, de 6 de janeiro de 1953. Dispõe sobre o Plano de Valorização Econômica da Amazônia, cria a superintendência da sua execução e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 7 jan. 1953. Seção 1. Disponível em: <<http://goo.gl/PrpiDQ>>. Acesso em: 19 jun. 2016.

_____. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, 1997. Disponível em: <<http://goo.gl/Msy1lG>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

_____. Decreto de 18 de abril de 2006. Homologa a demarcação administrativa da Terra Indígena Inãwébohona, localizada nos Municípios de Pium e Lagoa da Confusão, no Estado do Tocantins.

Diário Oficial da União, 19 abr. 2006. Disponível em: <<http://goo.gl/DrMtne>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

_____. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. 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. **Diário Oficial da União**, 28 maio 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/McbC-wz>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. **Portaria nº 244, de 12 de novembro de 2015**. 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/5eMT2C>>. Acesso em: 31 maio 2016.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Download de dados geográficos**. 2016a. Disponível em: <<http://goo.gl/7XI6mc>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

_____. _____. **Áreas Prioritárias**. 2016b. Disponível em: <<http://goo.gl/TuoFmG>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

_____. _____. **Resultados da 2ª atualização das áreas prioritárias**. 2016c. Disponível em: <<http://goo.gl/gnR01n>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

_____. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Modelagem climática e vulnerabilidades setoriais à mudança do clima no Brasil**. Brasília: MCTI, 2016d. Disponível em: <<http://goo.gl/56K1rb>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

_____. Ministério da Integração Nacional. **Situação de emergência ou estado de calamidade pública**. 2016e. Disponível em: <<http://goo.gl/9wXVVr>>. Acesso em: 25 jun. 2016.

_____. **Classificação e codificação brasileira de desastres (Cobrade)**. 2016f. Disponível em: <<http://goo.gl/RuXIqL>>. Acesso em: 25 jun. 2016.

BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R. Pobreza rural e desenvolvimento do Semiárido Nordeste: resistência, reprodução e transformação. In: BUAINAIN, A. M.; DEDECCA, C. (Orgs.). **A nova cara da pobreza rural: desenvolvimento e a questão regional**. 1. ed. Brasília: IICA, v. 17, p. 217-305, 2013.

CÂMARA, G. *et al.* **Modelagem de mudanças de uso da terra no Brasil: 2000-2050**. São José dos Campos: INPE; Brasília: Ipea; Luxemburgo: IIASA; Cambridge: Unep WCMC, 2015.

CECHIN, A.; VEIGA, J. E. O fundamento central da economia ecológica. In: MAY, P. (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

CNA – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA. **CNA pede socorro para o Matopiba**. 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/AfnK39>>. Acesso em: 13 out. 2016.

COMUNE, A. E. Meio ambiente, economia e economistas: uma breve discussão. *In*: MAY, P. H.; SEROA DA MOTTA, R. (Orgs.). **Valorando a natureza**: análise econômica para o desenvolvimento sustentável. São Paulo: Editora Campus, p. 45-59, 1994.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS . **GeoBank**. 2016. Disponível em: <<http://goo.gl/sW9TPX>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

CSR/UFGM – CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Servidor de mapas**. 2016. Disponível em: <<http://goo.gl/bmoAVK>>. Acesso em: 19 jun. 2016.

DALY, H.; FARLEY, J. **Ecological Economics**: principles and applications. Washington: Island Press, 2011.

ECODEBATE. **TO**: reunião debate sobreposição do Parque Nacional do Araguaia e Terra Indígena Inawebohona. ECODEBATE, 2010. Disponível em: <<https://goo.gl/XUIcXN>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

EMBRAPA SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2014. (Ebook).

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Matopiba GeoWeb**. 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/bZSz8Y>>. Acesso em: 31 maio 2016.

ESRI – ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **IDW – ArcMap 10.3**. 2016a. Disponível em: <<http://goo.gl/gxk4E2>>. Acesso em: 4 jun. 2016.

_____. **ArcGis online**: ArcMap 10.2.2. 2016b. Disponível em: <<http://goo.gl/AjgQD5>>. Acesso em: 4 jun. 2016.

_____. **ArcGIS Spatial Analyst**. 2016c. Disponível em: <<http://goo.gl/AjgQD5>>. Acesso em: 4 jun. 2016.

FAGRO – FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA E AO AGRONEGÓCIO . **Mapeamento de cobertura vegetal do Bioma Cerrado**. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://goo.gl/NYvxk3>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

FERREIRA FILHO, J. B. S.; RIBERA, L. A.; HORRIDGE, J. M. O controle do desflorestamento e a expansão da oferta agrícola no Brasil. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, p. 367-380, 2016.

FREDERICO, S. **O novo tempo do Cerrado**: expansão dos fronts agrícolas e controle do sistema de armazenamento de grãos. 273 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.

FRITZ, S. *et al.* Mapping global cropland and field size. **Global Change Biology**, v. 21, issue 5, p. 1980-1992, 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/ToJv5o>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO – FUNAI. **Despacho do presidente, 27 de fevereiro de 2009**. 2009. Disponível em: <<http://goo.gl/vhkJev>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

GASQUES, J. C. *et al.* Produtividade da agricultura brasileira: hipótese da desaceleração. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G.; CARVALHO, A. X. Y. (Orgs.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, p. 143-163, 2016.

GURGEL, A. C.; LAURENZANA, R. D. Desafios e oportunidades da agricultura de baixo carbono. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, 2016. Cap.12. p. 343-366.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS. **Projeto de monitoramento do desmatamento dos biomas brasileiros por satélite**. 2016. Disponível em: <<http://goo.gl/BQNi2X>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário Estatístico do Brasil**: 1996. Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <<http://goo.gl/p1Un7G>>. Acesso em: 25 jun. 2016.

_____. **Manual técnico de uso da terra**. 1. ed. Rio de Janeiro, 1999. (Manuais técnicos em geociências, n. 7). Disponível em: <<http://goo.gl/qMIIpg>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

_____. **Mapa de biomas e de vegetação**. 2004. Disponível em: <<http://goo.gl/iUSfTR>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

_____. **Manual técnico de uso da terra**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. (Manuais técnicos em geociências, n. 7). Disponível em: <<http://goo.gl/f3zb0h>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

_____. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed., Rio de Janeiro, 2013. (Manuais técnicos em geociências, n. 7). Disponível em: <<http://goo.gl/xit8Hg>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

_____. Área territorial brasileira. 2015a. Disponível em: <<http://goo.gl/rsEGfk>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

_____. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2015b. Manuais técnicos em geociências, n. 4). Disponível em: <<http://goo.gl/mzWLTm>>. Acesso em: 22 jun. 2016.

_____. **Mudanças na cobertura e uso da terra: 2000-2010-2012**. Rio de Janeiro, 2015c. Disponível em: <<http://goo.gl/fs0qze>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

_____. **Mapas**. 2016a. Disponível em: <<http://goo.gl/rF1O13>>. Acesso em: 31 maio 2016.

_____. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – Sidra**. 2016b. Disponível em: <<http://goo.gl/cto2oF>>. Acesso em: 31 maio 2016.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Estações e Dados:** BD-MEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. 2016. Disponível em: <<http://goo.gl/zKpru5>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

MAGALHÃES, L. A.; MIRANDA, E. E. de. **Matopiba:** quadro natural. Campinas: Embrapa/GITE, dez. 2014. (Nota Técnica n. 5). Disponível em: <<https://goo.gl/IBdJj5>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

MAIA, A. G. O esvaziamento demográfico rural. In: BUAINAIN, A. M. *et al.* (Orgs.). **O mundo rural no Brasil do século 21:** a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília: Embrapa, p.1081-1100, 2014.

MARGULIS, S. *et al.* **Brasil:** a gestão da qualidade da água – inserção de temas ambientais na agenda do setor hídrico. 2002. (World Bank Technical Paper n. 532) Disponível em: <<http://goo.gl/LvEMCu>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

MATOS, P. F.; PESSÔA, V. L. S. A modernização da agricultura no Brasil e os novos usos do território. **Geo UERJ**, Ano 13, v. 2, n. 22, p. 290-322, 2011.

MEA – MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: current state and trends: findings of the condition and trends.** Washington, 2005. Disponível em: <<http://goo.gl/PpHn8P>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

MIRANDA, E. E. de; MAGALHÃES, L. A.; CARVALHO, C. A. **Proposta de delimitação territorial do Matopiba.** Campinas: Embrapa; GITE, maio 2014. (Nota Técnica, n. 1). Disponível em: <<https://goo.gl/vBROXd>>. Acesso em: 27 jul. 2016.

PINTO; L. F. G.; SPAROVEK; G. A funcionalidade da agropecuária brasileira (1975 a 2020) the functionality of brazilian agriculture (1975 to 2020). **Sustentabilidade em Debate**, n. 2, dez. 2015.

RAY, D. K. *et al.* Climate variation explains a third of global crop yield variability. **Nature Communications**, n. 6, 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/dA1uxT>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). **Cerrado:** ambiente e flora. Brasília: Embrapa Cerrados, p. 87-166, 1998.

RIGONATO, V. D.; ALMEIDA, M. G. de. **As fitofisionomias e a interrelação das populações tradicionais com o Bioma Cerrado.** 2003. Disponível em: <<https://goo.gl/c4JBP0>>. Acesso em: 26 de out. 2016. (Relatório de Pesquisa).

RUDORFF, B.; RISSO, J. **Análise geoespacial da dinâmica das culturas anuais no Bioma Cerrado.** Florianópolis: Agrosatélite Geotecnologia Aplicada Ltda, 2015.

SANO, E. E. *et al.* **Mapeamento de cobertura vegetal do Bioma Cerrado**: estratégias e resultados. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. Disponível em: <<https://goo.gl/9Y7HtQ>>. Acesso em: 19 jun. 2016.

SANTOS, H. G. dos *et al.* **O novo mapa de solos do Brasil**: legenda atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/n5x76X>>. Acesso em: 22 jun. 2016.

SERIGATI, F. *et al.* **O mercado de trabalho na fronteira do agronegócio**: quanto a dinâmica no Matopiba difere das regiões mais tradicionais. Brasília: Ipea, 2017. (Texto para Discussão). No prelo.

SOTERRONI *et al.* Modelagem de mudanças de uso da terra no Brasil: 2000-2050. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, p. 301-342, 2016.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SILVEIRA, J. M. F. J. Modelo evolucionário de aprendizado agrícola. **Revista brasileira de inovação**, v. 10, n. 2, p. 265-300, jul./dez. 2011.

_____. Mudança tecnológica na agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado. **Revista de economia e sociologia rural**, v. 50, n. 4, p. 717-738, out./dez. 2012.

WCED – WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Report**: Our common future. United Nations, 1987. Disponível em: <www.un-documents.net/wced-ocf.htm>. Acesso em: 30 jul. 2016.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. Tese (Doutorado em Ecologia), Departamento de Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Disponível em: <<http://goo.gl/RKNZML>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

EDITORIAL

Coordenação

Cláudio Passos de Oliveira

Supervisão

Everson da Silva Moura

Leonardo Moreira Vallejo

Revisão

Clícia Silveira Rodrigues

Idalina Barbara de Castro

Marcelo Araujo de Sales Aguiar

Marco Aurélio Dias Pires

Olavo Mesquita de Carvalho

Regina Marta de Aguiar

Reginaldo da Silva Domingos

Alessandra Farias da Silva (estagiária)

Lilian de Lima Gonçalves (estagiária)

Luiz Gustavo Campos de Araújo Souza (estagiário)

Paulo Ubiratan Araujo Sobrinho (estagiário)

Pedro Henrique Ximenes Aragão (estagiário)

Editoração

Bernar José Vieira

Cristiano Ferreira de Araújo

Daniella Silva Nogueira

Danilo Leite de Macedo Tavares

Jeovah Herculano Szervinsk Junior

Leonardo Hideki Higa

Herllyson da Silva Souza (estagiário)

Capa

Danielle de Oliveira Ayres

Flaviane Dias de Sant'ana

Projeto Gráfico

Renato Rodrigues Bueno

*The manuscripts in languages other than Portuguese
published herein have not been proofread.*

Livraria Ipea

SBS – Quadra 1 - Bloco J - Ed. BNDES, Térreo.

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 2026-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DO
**PLANEJAMENTO,
DESENVOLVIMENTO E GESTÃO**

