

Freitas, Rogério Edivaldo

Working Paper

Expansão de área agrícola no piauí do matopiba

Texto para Discussão, No. 3084

Provided in Cooperation with:

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: Freitas, Rogério Edivaldo (2025) : Expansão de área agrícola no piauí do matopiba, Texto para Discussão, No. 3084, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília,
<https://doi.org/10.38116/td3084-port>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/315127>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by/2.5/br/>

TEXTO PARA DISCUSSÃO

3084

**EXPANSÃO DE ÁREA AGRÍCOLA NO
PIAUI DO MATOPIBA**

ROGÉRIO EDIVALDO FREITAS



**EXPANSÃO DE ÁREA AGRÍCOLA NO
PIAUÍ DO MATOPIBA¹**

ROGÉRIO EDIVALDO FREITAS²

1. O autor agradece as observações feitas por um parecerista anônimo à versão inicial do trabalho, eximindo-o integralmente de erros eventualmente remanescentes.

2. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Dirur/Ipea).

Governo Federal

Ministério do Planejamento e Orçamento

Ministra Simone Nassar Tebet

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

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

Presidenta

LUCIANA MENDES SANTOS SERVO

Diretor de Desenvolvimento Institucional

FERNANDO GAIGER SILVEIRA

**Diretora de Estudos e Políticas do Estado,
das Instituições e da Democracia**

LUSENI MARIA CORDEIRO DE AQUINO

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

CLÁUDIO ROBERTO AMITRANO

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais,
Urbanas e Ambientais**

ARISTIDES MONTEIRO NETO

**Diretora de Estudos e Políticas Setoriais,
de Inovação, Regulação e Infraestrutura**

FERNANDA DE NEGRI

Diretor de Estudos e Políticas Sociais

RAFAEL GUERREIRO OSÓRIO

Diretora de Estudos Internacionais

KEITI DA ROCHA GOMES

Chefe de Gabinete

ALEXANDRE DOS SANTOS CUNHA

**Coordenadora-Geral de Imprensa e
Comunicação Social**

GISELE AMARAL DE SOUZA

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

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

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2025

Freitas, Rogério Edivaldo

Expansão de área agrícola no Piauí do Matopiba / Rogério Edivaldo Freitas. – Brasília, DF: Ipea, 2025.

Inclui Bibliografia.

ISSN 1415-4765

1. Agricultura. 2. Piauí. 3. Matopiba. 4. Brasil. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. II. Título.

338.10981

Ficha catalográfica elaborada por Elizabeth Ferreira da Silva CRB-7/6844.

Como citar:

FREITAS, Rogério Edivaldo. **Expansão de área agrícola no Piauí do Matopiba**. . Brasília, DF: Ipea, fev. 2025. 22 p. (Texto para Discussão, n. 3084). DOI: <https://dx.doi.org/10.38116/td3084-port>

JEL: Q10, Q15.

DOI: <https://dx.doi.org/10.38116/td3084-port>

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e ePUB (livros e periódicos).

Acesse: <https://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

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 e Orçamento.

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

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBSERVAÇÕES ACERCA DA EXPANSÃO DE ÁREA AGRÍCOLA BRASILEIRA.....	7
3 METODOLOGIA	8
3.1 Seleção dos municípios	10
3.2 Coeficiente de correlação de Spearman	10
3.3 Avaliação da tendência temporal	10
4 RESULTADOS.....	11
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
REFERÊNCIAS	21

SINOPSE

O objetivo deste trabalho foi medir e mapear as áreas de expansão agrícola para safras temporárias e permanentes entre 1995 e 2022 em nível dos municípios do Piauí pertencentes ao Matopiba brasileiro. Empregaram-se dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e partiu-se dos municípios sugeridos em Miranda, Magalhães e Carvalho (2014), em nota técnica da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). A metodologia abarca três estágios quantitativos concatenados. Com base nos resultados obtidos no trabalho, dezessete dos 33 municípios avaliados podem ser considerados protagonistas no processo de expansão agrícola do Piauí e do Brasil. Esses municípios exibem destacada contribuição proporcional ao aumento de área agrícola no Brasil, sendo que o maior dinamismo e volume (estoque de terras) se dá no uso de área para lavouras temporárias, com protagonismo do binômio soja-milho. No contexto das lavouras permanentes, menção deve ser feita aos casos da castanha de caju e da banana (cacho).

Palavras-chave: Piauí; Matopiba; agricultura; Brasil.

ABSTRACT

The goal of this study was to measure and map the agricultural expansion areas for temporary and permanent crops from 1995 to 2022 at the Piauí's County level concerning the Matopiba space. Data from IBGE were employed, and the study is based on the Embrapa's technical note (Miranda, Magalhães e Carvalho, 2014). The methodological approach encompasses three quantitative stages. The results highlight 17 among the 33 evaluated counties. They are the most relevant in the Piauí's and Brazil's agricultural expansion process. They present a proportionally high contribution to the increase of the Brazilian farm area, and the more dynamic process is related to the temporary crops, especially the duo soybean-corn. In the context of the permanent crops, results highlight the areas dedicated to banana and cashew nut.

Keywords: Piauí; Matopiba; agriculture; Brazil.

1 INTRODUÇÃO

Entre os grandes desafios em curso no século XXI, encontra-se o da produção de alimentos em quantidade suficiente para uma população mundial que segue crescendo. Prognósticos das Nações Unidas informam que até 2050 espera-se que a população mundial chegue a 9,7 bilhões de pessoas, efeito que pode ser magnificado (em termos de maior demanda por alimentos) pela intensificação do processo de urbanização em diversas nações em desenvolvimento.¹

Além do aspecto quantitativo, há também os requisitos ambientais que têm se mostrado inadiáveis com vistas a uma produção agropecuária ambientalmente sustentável. Nesse sentido, esposamos o argumento de Duckett *et al.* (2022) de que elevar a produção de alimentos de modo a suprir uma demanda crescente enquanto conservam-se a biodiversidade e a pressão sobre os ecossistemas naturais é um desafio planetário crítico.

Nessa mesma tônica, sabe-se que encontrar um equilíbrio entre a conservação de ecossistemas e a produção de bens e serviços de que as sociedades necessitam é fundamental para o desenvolvimento sustentável de longo prazo de qualquer região, mas tal equilíbrio varia entre as diversas paisagens de uma mesma área geográfica (Araújo *et al.*, 2021).

A expansão agrícola no caso brasileiro deslocou-se do Sul do país em direção às áreas do Centro-Oeste desde a década de 1980 e alcançou os estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (Matopiba)² na região Nordeste e em trechos meridionais e orientais da região Norte, com áreas específicas de expansão agrícola no Tocantins oriental, sul maranhense, sudoeste piauiense, e extremo oeste baiano.

Alternativamente, segundo Miranda, Magalhães e Carvalho (2014), a sigla designa uma realidade geográfica que recobre parcialmente os quatro estados mencionados, caracterizada pela expansão de uma fronteira agrícola baseada em tecnologias de alta produtividade.

Em trabalho anterior, Freitas (2021) identificou, no cômputo das safras permanentes, a dominância de mesorregiões do Matopiba na expansão de área agrícola nacional, com ênfase nos casos do centro-norte, nordeste, centro-sul e sul baianos. Conforme alguns analistas (Câmara *et al.*, 2015; Freitas, 2022), trechos do Matopiba podem se tornar responsáveis pelo futuro da expansão de lavouras no Brasil de 2020 a 2050.

1. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>. Acesso em: 4 jun. 2024.

2. Sigla que se relaciona basicamente a áreas de cerrado ou de condições edafoclimáticas que podem ser associadas ao Cerrado brasileiro nos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.

Destarte, o objetivo deste trabalho é medir e mapear as áreas de expansão agrícola para safras temporárias e permanentes entre 1995 e 2022 em nível dos municípios do Piauí pertencentes ao Matopiba brasileiro.

As demais seções que compõem o trabalho estão assim estruturadas. A segunda seção faz observações acerca da expansão de área agrícola brasileira. Já a terceira seção apresenta a metodologia e a base de dados empregadas. A quarta seção reporta e discute os resultados obtidos pela implementação dos procedimentos descritos na seção 3, cabendo à última seção as considerações finais.

2 OBSERVAÇÕES ACERCA DA EXPANSÃO DE ÁREA AGRÍCOLA BRASILEIRA

A elevada presença de pastos degradados é um passivo ambiental maior na agropecuária brasileira, mas os esforços de recuperação e restauração dessas áreas podem torná-las uma nova fronteira tanto para a expansão da produção agrícola quanto para a recuperação de florestas (Feltran-Barbieri e Féres, 2021). Este argumento é partilhado por Dobler e Bianchi (2019), para os quais o desenvolvimento rural sustentável e a integração lavoura, pecuária e floresta podem contribuir para reduzir os impactos da respectiva produção no meio ambiente.

Outros estudos (Maia *et al.*, 2021) destacam que a difusão de sistemas agroflorestais teve impactos relevantes nas taxas de lotação praticadas (cabeças/unidade de pastagem). Segundo os autores, os sistemas agroflorestais podem também ter estimulado a mudança da criação de gado para outras atividades de maior valor adicionado bruto, como a soja. Ademais, os impactos econômicos mais significativos desses sistemas provêm da sua propagação associada ao cultivo daquela leguminosa.

Nesse contexto, técnicas específicas podem ser muito úteis para a rotação de culturas. De acordo com Hong, Heerink e Werf (2020), efeitos positivos da rotação de culturas sobre o produto e os recursos naturais podem ser ainda notados se as políticas de aumento de escala das unidades são combinadas com novas políticas de rotação de safras, em especial com ênfase naquelas que podem fazer uso de um maquinário comum.

Na região Nordeste, há trechos do Matopiba que se confundem com áreas de clima mais seco (semiárido) e restrição hídrica, e tais áreas são particularmente sensíveis à mudança climática. Conforme Araújo *et al.* (2021), de modo a alcançar águas subterrâneas, produção de alimentos e possibilitar segurança energética de longo prazo, as paisagens agrícolas nessas áreas exigem mais práticas de conservação (inclusive a

restauração de áreas degradadas), maior diversificação das práticas agrícolas, e melhor integração das iniciativas individuais³ em escalas espaciais maiores.

Nessa discussão, de acordo com Barbosa, Alves e Grelle (2021), o governo federal brasileiro, entre 2019 e 2022, desorganizou as leis ambientais do país, e a consequente ausência de governança ambiental poderá resultar em sérios impactos negativos sobre a biodiversidade e o bem-estar humano. Para tais autores, deve-se destacar o aumento de deflorestamento na Amazônia como um dos efeitos de tal desorganização.

Sob este aspecto, segundo Vieira, Buainain e Contini (2019), a área desmatada do bioma Amazônia já teria chegado a 800 mil km² (18% do bioma), enquanto a área protegida na forma de unidades de conservação (UCs) é de 1,17 milhão de km² (34% do bioma). Ainda segundo esse estudo, embora não existam dados precisos, estima-se que apenas 30% das UCs estão regularizadas do ponto de vista fundiário. Nesse cenário, são cruciais – para dizer o mínimo – a continuidade e o aprimoramento das ações de monitoramento e controle dos níveis e processos de desmatamento.

Finalmente, há também avaliações que se debruçaram sobre o Código Florestal Brasileiro (CFB). Há muitas expectativas de que o *enforcement* do código será bússola para uma vigorosa recuperação florestal em larga escala e para a mitigação de emissões de carbono (Hissa *et al.*, 2019). Para os autores, o comércio de certificados lançados a partir de florestas recuperadas pode representar uma estratégia de baixo custo para a execução das normatizações do CFB, ou seja, um caminho para atingir objetivos de recuperação, e uma fonte adicional de renda para os detentores da terra. De outra parte, Mueller (2018) advoga que a questão fundamental do CFB é o nível de incerteza quanto à discrepância entre as normatizações legais e a realidade factual dos direitos de propriedade no país.

3 METODOLOGIA

O estudo emprega dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)⁴ e contempla áreas destinadas à colheita⁵ e áreas plantadas⁶ em nível de municípios

3. Como caso exemplar, Carlos, Cunha e Pires (2019) analisaram a relação entre o conhecimento dos produtores acerca de mudanças climáticas e a adoção de estratégias adaptativas na Bahia, bem como identificaram que os fazendeiros conscientes dos efeitos das mudanças climáticas são mais propensos à adaptação.

4. Os dados consultados encontram-se disponíveis em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612> e <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>.

5. Para os propósitos aqui definidos, refere-se às áreas agrícolas de safras permanentes.

6. Refere-se à área plantada, vale dizer, a área agrícola de lavouras temporárias.

componentes do Piauí no Matopiba para o período de 1995 a 2022. Assim, estão incorporadas as áreas de lavouras permanentes e de lavouras temporárias.

Os municípios avaliados são aqueles sugeridos em Miranda, Magalhães e Carvalho (2014), em nota técnica da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). De acordo com os autores, delimitar geograficamente o que pode e deve ser considerado como território do Matopiba de forma precisa é fundamental para apoiar as políticas públicas e privadas na região.

Ademais, esse trabalho também aplicou uma série de procedimentos numéricos e cartográficos, apoiados no uso de imagens de satélites, para integrar e conjugar simultaneamente na análise territorial os dados agroecológicos e socioeconômicos existentes em diversas fontes de informação. Com isso, foram conjugadas informações estratégicas sobre o quadro natural, agrário, agrícola e de infraestrutura relevantes na delimitação do Matopiba.⁷

As lavouras permanentes compreendem as seguintes culturas agrícolas: abacate, algodão arbóreo, açaí, azeitona, banana, borracha, cacau, café, caju, caqui, castanha de caju, chá da Índia, coco-da-baía, dendê, erva-mate, figo, goiaba, guaraná, laranja, limão, maçã, mamão, manga, maracujá, marmelo, noz, palmito, pera, pêssego, pimenta-do-reino, sisal, tangerina, tungue, urucum, e uva.

Por sua vez, as lavouras temporárias referem-se às produções de abacaxi, algodão, alho, amendoim, arroz, aveia, batata, batata-doce, cana-de-açúcar, cebola, centeio, cevada, ervilha, feijão, tabaco, girassol, juta, linho (semente), malva, mamona, mandioca, melancia, melão, milho, rami, soja, sorgo, tomate, trigo e triticale.⁸

A metodologia abarca três estágios concatenados. Em primeiro plano, de modo a selecionar os municípios, estabelece-se um limite de corte. A seguir, calcula-se o coeficiente de correlação de Spearman, com o friso de detectar os municípios nos quais há uma tendência temporal em termos de crescimento da área de agricultura (lavouras temporárias e permanentes) no período de 1995 a 2022. E, por fim, uma tendência temporal é estimada para os municípios indicados pelo coeficiente de correlação de Spearman. Cada um desses estágios é detalhado nas subseções a seguir.

7. Consoante os critérios empregados, o Matopiba abrange 337 municípios (dos quais 33 são piauienses), em uma área de 73 milhões de hectares, o que inclui estabelecimentos agrícolas, unidades de conservação, terras indígenas, assentamentos de reforma agrária e áreas quilombolas.

8. Para girassol e triticale, os dados só estiveram disponíveis para o período de 2005 a 2019.

3.1 Seleção dos municípios

De acordo com Miranda, Magalhães e Carvalho (2014), 33 municípios do Piauí pertencem ao Matopiba. Nesse universo, somente serão avaliados aqueles com ritmo superior de expansão de área agrícola. Como parâmetro de corte, estabeleceu-se que o limite inferior (ou corte) será dado pela taxa geométrica de crescimento anual da área agrícola brasileira (TGCB_r), entre 1995 e 2022,⁹ conforme a seguir definida.

$$TGC_{Br} = 28 \sqrt{\frac{\text{Área agrícola}_{2022}}{\text{Área agrícola}_{1995}}} - 1 \quad (1)$$

Assim, apenas serão mensuradas na subseção 3.2 as mesorregiões com TGC superior àquela verificada para o Brasil (nível nacional) entre os 28 anos avaliados.

3.2 Coeficiente de correlação de Spearman

Definindo-se A_i como a área agrícola (lavouras temporárias e permanentes) do município de interesse, utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman para aferir se há trajetória tendencial de A_i durante o intervalo entre 1995 e 2022. O teste correspondente enquadra-se no conjunto de testes não paramétricos e não exige que os dados originais sejam normalmente distribuídos (Conover, 1999; Morettin e Tolo, 2006). Dessa maneira, trata-se de calcular o coeficiente de correlação entre o posto natural dos níveis de A_i e sua respectiva estrutura temporal, sendo ele calculado conforme as equações (2) e (3).

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot d}{N \cdot (N^2 - 1)} \quad (2)$$

$$d = \sum_1^T [R_t - t]^2 \quad (3)$$

Nas equações (2) e (3), R_t corresponde ao posto da variável ao ser ordenada crescentemente no tempo; t é 1, 2, 3, ...; T refere-se ao posto natural dos diferentes momentos no intervalo temporal considerado. O conceito subjacente ao teste é que a diferença identificada entre R_t e t afeta diretamente a probabilidade de rejeitar a nulidade da tendência temporal que se deseja testar.

3.3 Avaliação da tendência temporal

Para os municípios nos quais o coeficiente de correlação de Spearman identifique uma tendência temporal não nula, esta será estimada. Como primeira aproximação

9. De modo a contemplar as oscilações de uso de área típicas da atividade agrícola entre os anos, para o cálculo da TGC foram considerados os triênios de 1995 a 1997 (início) e de 2020 a 2022 (final) nos extremos da série.

TEXTO para DISCUSSÃO

emprega-se a abordagem linear,¹⁰ na qual o tempo (T) é a variável explicativa de A_i , consoante a equação (4), na qual o termo u_i é assumido com as hipóteses clássicas acerca dos resíduos em regressões lineares.

$$A_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot T + u_i \quad (4)$$

Essa abordagem decompõe a soma de quadrados total (SQT) em soma de quadrados explicada (SQE) e em soma de quadrados dos resíduos (SQR) (Barreto e Howland, 2006), conforme a equação a seguir.

$$SQT = SQE + SQR = \sum_{t=1}^T (A_i - A_{im})^2 = \sum_{t=1}^T (A_{ie} - A_{im})^2 + \sum_{t=1}^T (e_e)^2 \quad (5)$$

Na equação (5), A_{im} é a área agrícola média de cada município de interesse no período de 1995 a 2022; A_{ie} corresponde ao valor estimado em cada ponto; e e_e é o resíduo correspondente. Dispondo-se das fontes de variação e dos graus de liberdade de cada componente da equação (5), pode-se estabelecer a tabela de análise de variância (Anova), conforme tabela 1, cujo teste F possibilita avaliar a significância estatística dos coeficientes da equação (4).

TABELA 1
Análise de variância (ANOVA)

Fonte (A)	Graus de liberdade (B)	Quadrado médio = (A)/(B)	Teste F
SQE	1	SQE/1 = QME	F = QME/QMR
SQR	(n-2)	SQR/(n-2) = QMR	
SQT	(n-1)	SQT/(n-1)	

Fonte: Barreto e Howland (2006).

Elaboração do autor.

4 RESULTADOS

Esta etapa do trabalho informa os resultados obtidos com base na metodologia anteriormente descrita, conforme as respectivas subseções. Adicionalmente são apresentados alguns dados adicionais para discussão e ilação acerca dos resultados aqui apresentados.

Nesse diapasão, a tabela 2 reporta os dados da TGC da área de lavouras calculada para os municípios piauienses, para o estado do Piauí, e para o Brasil como um todo,

10. Com a disponibilidade de uma série de dados mais extensa, abordagens mais complexas podem vir a ser aplicadas, a exemplo da inclusão de termos sazonais e/ou de estruturas não lineares.

sendo que esta última atua como nota de corte (ou de seleção) para os municípios a serem avaliados nas etapas metodológicas subsequentes.

TABELA 2

TGC da área de lavouras (1995-2022) – Brasil, Piauí e municípios piauienses do Matopiba

Área geográfica	TGC
Currais	0,2345
Santa Filomena	0,1417
Ribeiro Gonçalves	0,1327
Bom Jesus	0,1302
Sebastião Leal	0,1234
Gilbués	0,1161
Barreiras do Piauí	0,1143
Uruçuí	0,1085
Baixa Grande do Ribeiro	0,1039
Palmeira do Piauí	0,0940
Monte Alegre do Piauí	0,0857
Corrente	0,0745
Alvorada do Gurguéia	0,0729
São Gonçalo do Gurguéia	0,0708
Sebastião Barros	0,0645
Landri Sales	0,0564
Júlio Borges	0,0536
Porto Alegre do Piauí	0,0470
Antônio Almeida	0,0281
Morro Cabeça no Tempo	0,0260
Redenção do Gurguéia	0,0169
Eliseu Martins	0,0129
Riacho Frio	0,0049
Avelino Lopes	-0,0078
Curimatá	-0,0093
Cristalândia do Piauí	-0,0100

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

Área geográfica	TGC
Santa Luz	-0,0262
Parnaguá	-0,0264
Manoel Emídio	-0,0541
Colônia do Gurguéia	-0,0554
Marcos Parente	-0,0579
Cristino Castro	-0,0662
Bertolândia	-0,0877
Piauí	0,0241
Brasil	0,0242

Fonte: Dados IBGE de 2024. Disponíveis em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612> e <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>.

Elaboração do autor.

Neste ponto, foram selecionados os municípios piauienses com TGC acima do valor nacional (0,0242). Assim, os seguintes municípios considerados para a etapa subsequente da metodologia foram: Currais, Santa Filomena, Ribeiro Gonçalves, Bom Jesus, Sebastião Leal, Gilbués, Barreiras do Piauí, Uruçuí, Baixa Grande do Ribeiro, Palmeira do Piauí, Monte Alegre do Piauí, Corrente, Alvorada do Gurguéia, São Gonçalo do Gurguéia, Sebastião Barros, Landri Sales, Júlio Borges, Porto Alegre do Piauí, Antônio Almeida e Morro Cabeça no Tempo. Os demais não serão considerados nas etapas metodológicas posteriores.

Destarte, a tabela 3 informa os municípios piauienses para os quais foi calculado o coeficiente de correlação de Spearman, tendo-se em vista os anos de 1995 a 2022.

TABELA 3

Teste do coeficiente de correlação de Spearman (1995-2022) – municípios piauienses selecionados

Área geográfica	Coeficiente de Spearman
Alvorada do Gurguéia	0,421*
Antônio Almeida	0,724***
Baixa Grande do Ribeiro	0,949***
Barreiras do Piauí	-0,203
Bom Jesus	0,993***
Corrente	0,820***

(Continua)

(Continuação)

Área geográfica	Coefficiente de Spearman
Currais	0,985***
Gilbués	0,957***
Júlio Borges	0,716***
Landri Sales	0,674***
Monte Alegre do Piauí	0,950***
Morro Cabeça no Tempo	0,227
Palmeira do Piauí	0,910***
Porto Alegre do Piauí	-0,072
Ribeiro Gonçalves	0,979***
Santa Filomena	0,996***
São Gonçalo do Gurguéia	0,669***
Sebastião Barros	0,566***
Sebastião Leal	0,966***
Uruçuí	0,988***

Fonte: Dados IBGE de 2024. Disponíveis em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612> e <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>.

Elaboração do autor.

Obs.: Significância: *** 1%; ** 2%; e * 5%.

Com base nas informações da tabela 3, os municípios de Barreiras do Piauí, Morro Cabeça no Tempo e Porto Alegre do Piauí foram excluídos de avaliações posteriores, uma vez que os valores estimados do coeficiente de correlação de Spearman rejeitaram a hipótese de uma tendência temporal da área agrícola no período entre 1995 e 2022, em nível de significância de 5%.

Para os demais municípios, calculou-se a tendência temporal da expansão de área agrícola (hectares) entre 1995 e 2022, conforme exposto na tabela 4, que também contempla os respectivos resultados para Brasil, Piauí e para o agregado dos municípios piauienses selecionados até aqui.

TABELA 4**Tendência temporal de expansão de área agrícola (1995-2022)**

(Em ha)

Área geográfica	Tendência temporal
Brasil	1.523.881 ***
Piauí	35.619 ***
Alvorada do Gurguéia	243 **
Antônio Almeida	203 ***
Baixa Grande do Ribeiro	11.776 ***
Bom Jesus	4.271 ***
Corrente	883 ***
Currais	3.278 ***
Gilbués	2.103 ***
Júlio Borges	30 ***
Landri Sales	367 ***
Monte Alegre do Piauí	1.219 ***
Palmeira do Piauí	964 ***
Ribeiro Gonçalves	4.924 ***
Santa Filomena	3.899 ***
São Gonçalo do Gurguéia	59 ***
Sebastião Barros	31 ***
Sebastião Leal	1.592 ***
Uruçuí	9.595 ***
Piauí (municípios selecionados)	45.438 ***

Fonte: Dados IBGE de 2024. Disponíveis em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612> e <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>.

Elaboração do autor.

Obs.: Significância: *** 1%; ** 2%; e * 5%.

Todos os municípios avaliados nesta etapa exibiram tendência temporal estatisticamente significativa em nível de 1 % (de probabilidade de erro), com exceção do município de Alvorada do Gurguéia, que se mostrou estatisticamente significativo em nível de 2%. Além disso, o conjunto de dezessete (dos 33 disponíveis de início) municípios piauienses elencados na tabela 4 apresentou elevado dinamismo de expansão de área agrícola no período aferido.

Ademais, uma forma adicional de avaliar os dados da tabela 4 é comparando tais resultados com o montante de uso de área agrícola no ano-base da série (1995). Com tal procedimento, é possível cotejar o coeficiente de tendência, que representa o incremento médio de área agrícola por localidade entre 1995 e 2022, com o valor do início da série.

De modo a contemplar as oscilações características da imprevisibilidade da atividade agrícola, a comparação será feita com a média de uso de área agrícola no triênio base (1995-1997), conforme apresentado na tabela 5, que reporta também a razão (coeficiente de tendência/uso de área médio em 1995-1997).

TABELA 5**Razão (coeficiente de tendência/uso de área média em 1995-1997)**

Área geográfica	Coeficiente de tendência (A) (ha)	Uso de área média em 1995-1997 (B) (ha)	Razão (A/B) (%)
Brasil	1.523.881	4.899.2443	3,1%
Piauí	35.619	1.000.222	3,6%
Piauí – municípios selecionados	45.438	91.093	49,9%

Fonte: Dados IBGE de 2024. Disponíveis em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612> e <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>.

Elaboração do autor.

Os resultados da tabela 5 corroboram o desempenho fronteiriço do aumento de área agrícola dos municípios selecionados do Piauí no Matopiba (49,9%) *vis a vis* o respectivo indicador do estado do Piauí (3,6%) e *vis a vis* o indicador nacional (3,1%), no período aferido (1995-2022). Traduzindo-se em termos de contribuição marginal, os municípios selecionados do Piauí no Matopiba detêm expressiva contribuição proporcional ao aumento de área agrícola no Brasil.

Igualmente, outro dado pertinente refere-se à participação percentual por produção na área de lavouras temporárias (ha) no conjunto de municípios selecionados.¹¹ Tal informação sinaliza o tipo de produção agrícola relativamente mais ativa no processo

11. Houve casos de produções que, em certos municípios, exibiram hectares de uso agrícola como zero absoluto (não resultante de um cálculo ou arredondamento) ou como valor não disponível (exemplo: a produção de feijão em determinado município não foi pesquisada ou determinado município não existia no ano da pesquisa). Nesses casos, assumiu-se como zero o valor de área de uso agrícola naquela produção no dado município. Essa observação aplica-se aos produtos de lavouras temporárias (tabela 6), bem como aos produtos de lavouras permanentes (tabela 7).

TEXTO para DISCUSSÃO

de expansão de área agrícola do Piauí no Matopiba. Esse dado foi calculado para a média de 2020 a 2022, último triênio de dados disponíveis, e consta da tabela 6.

TABELA 6

Participação por produção na área de lavouras temporárias: média 2020-2022 – municípios selecionados

Produção de lavoura temporária	Média 2020-2022 (ha)	Participação por produção (%)
Soja (em grão)	783.132	67,7
Milho (em grão)	300.100	26,0
Sorgo (em grão)	22.190	1,9
Feijão (em grão)	20.387	1,8
Arroz (em casca)	16.747	1,4
Algodão herbáceo (em caroço)	11.928	1,0
Mandioca	1.129	0,10
Cana-de-açúcar	483	0,04
Fava (em grão)	128	0,01
Melancia	90	0,01
Piauí (municípios selecionados)	1.156.313	100,0

Fonte: Dados IBGE de 2024. Disponíveis em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612> e <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>.

Elaboração do autor.

Foram apresentadas somente as produções com uso de área reportado no intervalo entre 2020 e 2022 para os municípios selecionados. Não houve registro de área utilizada para as seguintes lavouras temporárias: abacaxi, alfafa fenada, alho, amendoim (em casca), aveia (em grão), batata-doce, batata-inglesa, cana para forragem, cebola, centeio (em grão), cevada (em grão), ervilha (em grão), fumo (em folha), girassol (em grão), juta (fibra), linho (semente), malva (fibra), mamona (baga), melão, rami (fibra), tomate, trigo (em grão) e triticale (em grão).

Em grandes linhas, observou-se uma grande incidência do binômio soja-milho, provavelmente contemplando-se também o regime de rotação de cultivos entre as duas safras, prática disseminada em boa parte do território nacional. Nesse âmbito, segundo Gazzoni (2023), a produção de soja no Brasil hoje está consorciada com diversos cultivos, a exemplo de milho, algodão e feijão.

Esse processo associar-se-ia a incentivos governamentais e imposições do mercado, uma vez que a produção consorciada tem benefícios econômicos e ambientais por conta da complementariedade entre as safras em muitas regiões. Ademais, há igualmente os benefícios ambientais de lavouras distintas integradas e produtoras numa mesma área, inclusive com a menor abertura de novas fronteiras de produção.

Além disso, conforme IBGE, deve-se observar que as culturas de abacaxi, cana-de-açúcar, mamona e mandioca são consideradas culturas temporárias de longa duração.¹² Elas costumam ter ciclo vegetativo que ultrapassa doze meses e, por isso, as informações são computadas nas colheitas realizadas dentro de cada ano civil (doze meses). Nessas culturas a área plantada refere-se à área destinada à colheita no ano.

Um componente relevante é que diferentes tipos de agricultura têm efeitos diversos sobre a expansão de áreas agrícolas, e a informação e educação continuada têm se tornado chave para todos os tipos de fazendeiros sob o conceito de *smart farming*, o qual se relaciona ao uso das tecnologias da informação e da comunicação na administração das fazendas, com foco em produtividade, rentabilidade e conservação dos recursos naturais (Pivoto *et al.*, 2019). Entretanto, a adoção de determinadas tecnologias¹³ exige mais anos de estudo e conhecimento sobre como as tecnologias funcionam, e algumas delas ainda demandam uma maior escala de operações.

Como contraparte da tabela 6, aferiu-se também a participação percentual por produção na área de lavouras permanentes (ha) no conjunto de municípios selecionados. Esse dado mostra o tipo de produção agrícola relativamente mais ativa no processo de expansão de área agrícola do Piauí no Matopiba, no conjunto das safras permanentes. Igualmente foi calculado para a média entre 2020 e 2022, último triênio de dados disponíveis, de acordo com o apresentado na tabela 7.

12. Dados disponíveis em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>.

13. O leitor interessado em uma análise aplicada ao caso brasileiro pode encontrar uma avaliação da expansão da produção agrícola relativamente a novas tecnologias, aumento de produtividade e diferenças tecnológicas em Pereira e Castro (2022).

TABELA 7

**Participação por produção na área de lavouras permanentes: média 2020-2022
– municípios selecionados**

Produção	Média 2020-2022 (ha)	Participação por produção (%)
Castanha-de-caju	696	77,2
Banana (cacho)	144	16,0
Coco-da-baía	32	3,6
Laranja	23	2,5
Manga	6	0,7
Piauí (municípios selecionados)	902	100,0

Fonte: Dados IBGE de 2024. Disponíveis em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612> e <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>.

Elaboração do autor.

No âmbito das safras permanentes, são destacáveis as produções de castanha-de-caju (mais de três quartos do uso de área) e, em menor magnitude, de banana (cacho). Para as demais lavouras permanentes,¹⁴ não houve registro de uso de área agrícola na média do triênio entre 2020 e 2022 para os municípios selecionados.

Deve-se observar que a expansão de área agrícola nos municípios selecionados notabiliza-se pela ênfase nas lavouras temporárias. Na média do período de 2020 a 2022, o uso de área agrícola para safras temporárias nos municípios selecionados foi da ordem de 1.156.313 ha/ano (tabela 6), enquanto para safras permanentes esse número esteve na casa dos 902 ha/ano (tabela 7), isto é, substancialmente menor.

Reconhecendo-se que o Matopiba é região de expansão agrícola no país, os resultados aqui encontrados para os municípios piauienses, em termos de lavouras temporárias e permanentes, podem ser úteis, na medida em que distintas safras possuem diferentes exigências em nível de insumos, disponibilidade de crédito, assistência técnica e políticas de comercialização.

14. Abacate, algodão arbóreo (em caroço), açaí, azeitona, borracha (látex coagulado), borracha (látex líquido), cacau (em amêndoa), café (em grão) total, café (em grão) arábica, café (em grão) canephora, caju, caqui, chá-da-índia (folha verde), dendê (cacho de coco), erva-mate (folha verde), figo, goiaba, guaraná (semente), limão, maçã, mamão, maracujá, marmelo, noz (fruto seco), palmito, pera, pêssego, pimenta-do-reino, sisal ou agave (fibra), tangerina, tungue (fruto seco), urucum (semente) e uva.

Na mesma tônica, saber que tipos de produções concentram a expansão de área naqueles locais é uma informação relevante para aprimorar as respectivas políticas públicas e decisões de infraestrutura e logística. De igual forma, os setores privados ligados à provisão de insumos (defensivos, fertilizantes, assistência técnica) podem igualmente empregar esses dados para modelar suas estratégias locais de operação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É sabido que a expansão agrícola no caso brasileiro se deslocou do Sul do país em direção às áreas do Centro-Oeste desde a década de 1980 e alcançou os estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (Matopiba) e trechos meridionais da região Norte. Dessa forma, municípios específicos do Matopiba são hoje parte central do processo de expansão agrícola em curso no Brasil.

Assim, o objetivo deste trabalho foi medir e mapear as áreas de expansão agrícola para safras temporárias e permanentes, entre 1995 e 2022, em nível dos municípios do Piauí pertencentes ao Matopiba, com base em dados do IBGE e em trabalho anterior da Embrapa.

Conforme os resultados obtidos no trabalho, dezessete dos 33 municípios avaliados podem ser considerados protagonistas no processo de expansão agrícola do Piauí e do Brasil. São eles: Alvorada do Gurguéia, Antônio Almeida, Baixa Grande do Ribeiro, Bom Jesus, Corrente, Currais, Gilbués, Júlio Borges, Landri Sales, Monte Alegre do Piauí, Palmeira do Piauí, Ribeiro Gonçalves, Santa Filomena, São Gonçalo do Gurguéia, Sebastião Barros, Sebastião Leal, e Uruçuí.

Enquanto conjunto esses municípios exibem destacada contribuição proporcional ao aumento de área agrícola no Brasil. Nesse processo, o maior dinamismo e volume (estoque de terras) se dá no uso de área para lavouras temporárias, com protagonismo do binômio soja-milho. No contexto das lavouras permanentes, menção deve ser feita aos casos da castanha-de-caju e da banana (cacho).

Mapear quais produções concentram a expansão de área nos municípios em tela é informação relevante para aprimorar as respectivas políticas públicas e decisões de infraestrutura e logística, bem como pode servir aos atores privados ligados à provisão de insumos (defensivos, fertilizantes, assistência técnica).

Como limitação deste estudo, deve-se registrar que não se buscou explicar as causas desse dinamismo localizado em termos de expansão de área agrícola, antes disso atendo-se à detecção das localidades de crescimento de área mais proeminente e à mensuração do fenômeno.

Em termos de possíveis desdobramentos dos resultados aqui alcançados, cita-se a extensão da metodologia aplicada aos municípios tocantinenses, baianos e maranhenses do Matopiba, o que daria maior completude à análise. É intenção dos autores investir nesse caminho.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, H. F. P. de. *et al.* A sustainable agricultural landscape model for tropical drylands. **Land Use Policy**, v. 100, n. 104913, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104913>.
- BARBOSA L. G.; ALVES, M. A. S.; GRELE, C. E. V. Actions against sustainability: dismantling of the environmental policies in Brazil. **Land Use Policy**, v. 104, n. 105387, 2021.
- BARRETO, H.; HOWLAND, F. M. **Introductory econometrics**: using Monte Carlo simulation with Microsoft Excel. Nova York: Cambridge University Press, 2006.
- CÂMARA, G. *et al.* **Modelling land use change in Brazil: 2000-2050**. [s.l.]: Inpe, Ipea, IIASA, Unep, WCMC, 2015.
- CARLOS, S. M.; CUNHA, D. A.; PIRES, M. V. Conhecimento sobre mudanças climáticas implica em adaptação? Análise de agricultores do Nordeste brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 3, p. 455-471, 2019.
- CONOVER, W. J. **Practical nonparametric statistics**. 3. ed. Nova York: John Wiley & Sons, 1999. (Wiley Series in Probability and Statistics).
- DOBLER, G. H.; BIANCHI, V. Integration of tree crops and pastures: literature review. **African Journal of Agricultural Research**, v. 14, n. 26, p. 1091-1096, 2019. Disponível em: <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-abstract/FF2DE8C61277>.
- DUCKETT, D. *et al.* New “old” risks on the small farm: iconic species rewilding in Europe. **Land Use Policy**, v. 118, n. 106115, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106115>.
- FELTRAN-BARBIERI, R.; FÉRES, J. G. Degraded pastures in Brazil: improving livestock production and forest restoration. **Royal Society Open Science**, v. 8, n. 7, p. 1-15, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rsos.201854>.
- FREITAS, R. E. Expansão de área agrícola Mato Grosso e Matopiba. **Revista de Política Agrícola**, v. 30, n. 2, 2021.
- FREITAS, R. E. Temporary crops in the Brazilian agricultural frontier. **Agricultural Sciences**, v. 13, n. 2, p. 244-267, 2022.

GAZZONI, D. L. Agronegócio brasileiro: 50 anos de sucesso. **Revista de Política Agrícola**, v. 32, n. 2, 2023.

HISSA, L. B. V. *et al.* Regrowing forests contribution to law compliance and carbon storage in private properties of the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 88, 2019.

HONG, Y.; HEERINK, N.; WERF, W. van der. Farm size and smallholders' use of intercropping in Northwest China. **Land Use Policy**, v. 99, 2020.

MAIA, A. G. *et al.* The economic impacts of the diffusion of agroforestry in Brazil. **Land Use Policy**, v. 108, 2021.

MIRANDA, E. E. de; MAGALHÃES, L. A.; CARVALHO, C. A. de. **Proposta de delimitação territorial do Matopiba**. Campinas: Embrapa, 2014. (Nota Técnica, n. 1).

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

MUELLER, B. Property rights implications for the Brazilian Forest Code. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 2, p. 329-346, 2018.

PEREIRA, C. N.; CASTRO, C. N. **Expansão da produção agrícola, novas tecnologias de produção, aumento de produtividade e o desnível tecnológico no meio rural**. Brasília: Ipea, 2022. (Texto para Discussão, n. 2765).

PIVOTO, D. *et al.* Factors influencing the adoption of smart farming by Brazilian grain farmers. **International Food and Agribusiness Management Review**, v. 22, n. 4, p. 571-588, 2019.

VIEIRA, P. A.; BUAINAIN, A. M.; CONTINI, E. Amazônia: um mosaico em construção. **Revista de Política Agrícola**, v. 28, n. 4, 2019.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Coordenação

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elias de Souza

Supervisão

Ana Clara Escórcio Xavier

Everson da Silva Moura

Revisão

Alice Souza Lopes

Amanda Ramos Marques Honorio

Barbara de Castro

Cláudio Passos de Oliveira

Clícia Silveira Rodrigues

Denise Pimenta de Oliveira

Fernanda Gomes Teixeira de Souza

Nayane Santos Rodrigues

Olavo Mesquita de Carvalho

Reginaldo da Silva Domingos

Susana Sousa Brito

Yally Schayany Tavares Teixeira

Jennyfer Alves de Carvalho (estagiária)

Katarinne Fabrizzi Maciel do Couto (estagiária)

Editoração

Anderson Silva Reis

Augusto Lopes dos Santos Borges

Cristiano Ferreira de Araújo

Daniel Alves Tavares

Danielle de Oliveira Ayres

Leonardo Hideki Higa

Capa

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Projeto Gráfico

Aline Cristine Torres da Silva Martins

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

Ipea – Brasília

Setor de Edifícios Públicos Sul 702/902, Bloco C

Centro Empresarial Brasília 50, Torre B

CEP: 70390-025, Asa Sul, Brasília-DF

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.