

MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DO MATOPIBA

Maria Larissa Bezerra Batista¹, Janaina da Silva Alves², Christiane Luci Bezerra Alves³,
Diego de Maria André⁴

Resumo: A modernização agrícola pode ser entendida como a reestruturação na base técnica da categoria, isto é, na crescente utilização de matérias-primas e métodos de produção modernos, a exemplo dos fertilizantes e corretivos do solo, como também na intensificação do uso de maquinários. O MATOPIBA é uma região formada pelos municípios fronteiriços dos estados do Maranhão (MA), Tocantins (TO), Piauí (PI) e Bahia (BA). A mesma é apontada, na literatura, como a última fronteira agrícola do país. A problemática desse trabalho diz respeito à necessidade de entender como ocorreu a modernização agrícola dessa região. Com base nisso, o objetivo dessa pesquisa é estudar o processo de modernização agrícola no MATOPIBA. Para isso, a metodologia empregada consiste na aplicação da Análise Fatorial (AF). Os resultados encontrados indicaram a presença de sete fatores, que, conjuntamente, explicam 81,84% da variância total dos dados originais, nomeados, respectivamente, de intensivo em capitalização da atividade agrícola, intensivo em exploração do fator terra, intensivo em máquinas e implementos agrícolas tradicionais, intensivo em relação capital-trabalho e práticas extensionistas, intensivo em utilização de agrotóxicos na atividade agrícola, intensivo em tecnologia por terra explorada, e intensivo em capitalização em relação a mão de obra e aspecto de infraestrutura. Além disso, 58,16% dos municípios estão classificados no grau baixo de modernização agrícola. Portanto, é possível concluir que a região, como um todo, ainda não pode ser considerada como possuindo uma agricultura altamente mecanizada, tendo em vista que não existe a utilização de forma acentuada de instrumentos e insumos modernos nos estabelecimentos agropecuários.

Palavras-chave: Modernização Agrícola; MATOPIBA; Análise Fatorial; IMA.

AGRICULTURAL MODERNIZATION IN THE MUNICIPALITIES OF THE MATOPIBA REGION

ABSTRACT: Agricultural modernization can be understood as the restructuring of the technical basis of the category, that is, the increasing use of raw materials and modern production methods, such as fertilizers and soil amendments, as well as the intensification of the use of machinery. MATOPIBA is a region formed by the

1 Mestre em Economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

2 Doutora em Economia pela Universidade Federal do Pernambuco (UFPE); Professora do curso de Economia da UFRN.

3 Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará (UFC); Professora do curso de Economia da Universidade Regional do Cariri (URCA).

4 Doutor em Economia pela UFC; Professor do Curso de Economia da UFRN.

border municipalities of the states of Maranhão (MA), Tocantins (TO), Piauí (PI) and Bahia (BA). It is pointed out in the literature as the last agricultural frontier of the country. The problem of this work concerns the need to understand how the agricultural modernization of this region occurred. Based on this, the objective of this research is to study the process of agricultural modernization in MATOPIBA. For this, the methodology used consists of the application of Factor Analysis (FA). The results found indicated the presence of seven factors, which together explain 81.84% of the total variance of the original data, named, respectively, intensive in capitalization of agricultural activity, intensive in exploitation of the land factor, intensive in machines and implements, agricultural activities, intensive in relation to capital-labor and extensionist practices, intensive in the use of pesticides in agricultural activity, intensive in technology for exploited land, and intensive in capitalization in relation to labor and infrastructure aspects. In addition, 58.16% of the municipalities are classified as having a low degree of agricultural modernization. Therefore, it is possible to conclude that the region, as a whole, cannot yet be considered as having a highly mechanized agriculture, given that there is no marked use of modern instruments and inputs in agricultural establishments.

Keywords: Agricultural Modernization; MATOPIBA; Factor Analysis; IMA.

1 Introdução

A modernização contribuiu para a industrialização da agricultura, que se refere às mudanças no relacionamento do homem com a natureza, nos elementos sociais de produção e instrumentos de trabalho, tais como ferramentas, máquinas, equipamentos, insumos e matérias-primas. Deste modo, na ausência de chuva, utiliza-se a irrigação; na falta de fertilidade dos solos, faz-se uso de adubos; ao surgirem pragas e doenças nas lavouras, aplicam-se defensivos químicos ou biológicos; na ocorrência de inundações, existem sistemas de drenagem. Nota-se, fundamentado no exposto, que as transformações nas atividades agropecuárias não estão relacionadas somente à incorporação de um conjunto de maquinário, mas também à sua integração com a grande indústria (GRAZIANO DA SILVA, 1998).

A modernização agrícola, neste trabalho, é entendida como a reestruturação na base técnica da categoria, fundamentada no aumento da utilização de insumos modernos, como fertilizantes, corretivos do solo, defensivos e melhoramento de sementes, e intensificação da adoção de maquinários, a exemplo dos tratores, colheitadeiras, implementos e equipamentos, com a finalidade de elevar a produtividade dos fatores terra e trabalho (GONZALEZ; COSTA, 1998; DELGADO, 2001). Este é um processo em que ocorrem modificações técnicas na produção, sendo uma fase caracterizada pelo uso acentuado, nas unidades produtivas, de máquinas e matérias-primas modernas, além de uma maior racionalização do empreendimento e introdução de inovações tecnológicas, referindo-se à aplicação de métodos e mecanismos de preparação e cultivo do solo, de tratos culturais e práticas mais sofisticadas de colheita (BRUM, 1988).

O acrônimo MATOPIBA corresponde à região constituída pelos municípios fronteiriços dos estados do Maranhão (MA), Tocantins (TO), Piauí (PI) e Bahia (BA). Ao longo das últimas décadas, sua dinâmica de ocupação do solo passou por vultosas e rápidas transformações, em virtude da expansão das atividades agropecuárias, com uma nova forma econômica de exploração deste território, a partir do cultivo de grãos, especialmente de soja (PORCIONATO; CASTRO; PEREIRA, 2018). De acordo com os dados divulgados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018), na safra de 2017/2018, estimou-se uma produção de soja de 14,56 milhões de toneladas para esta extensão geográfica,

um acréscimo de 2,1 milhões de toneladas, quando comparado com à safra anterior, de 2016/2017, correspondendo a 12,3% do total produzido nacionalmente.

Considera-se que a região se constitui como a última fronteira agrícola brasileira, apresentando uma utilização intensiva de insumos modernos, sendo beneficiada pelas suas características naturais, como o bioma Cerrado, e pela alta mecanização, que favorece as exportações e o próprio abastecimento interno. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa consiste em estudar o processo de modernização agrícola dos municípios do MATOPIBA, com destaque para a dinâmica da agricultura moderna da região, além de construir um Índice de Modernização Agrícola (IMA) através do método de Análise Fatorial (AF). Para isso, utilizar-se-á os dados do Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do ano de 2017. Essa metodologia permitirá a classificação do nível dessa modernização a partir do índice proposto.

O presente artigo está estruturado em quatro seções, além desta introdução. A segunda seção trata da descrição do referencial teórico, evidenciando os aspectos teóricos e conceituais da modernização agrícola, além do progresso agrícola e dinâmica da agricultura moderna no MATOPIBA; a terceira diz respeito a metodologia, que expõe questões relativas à área estudada, à fonte dos dados e ao método aplicado; a quarta refere-se aos resultados e discussões; e finalmente, a quinta seção trata das considerações finais.

2 Referencial teórico

2.1 Aspectos teóricos-conceituais da modernização agrícola

O conceito de modernização agrícola tem sido amplamente discutido na literatura dos estudos rurais, especialmente à medida em que se consolidam os fenômenos da revolução verde e de constituição dos complexos agroindustriais. Partindo de uma evolução dessa concepção, pautada no ponto de vista dos principais estudos existentes na literatura e obedecendo uma ordem cronológica, tem-se que Brum (1988) enfatiza que este processo levou ao desenvolvimento da agricultura, a qual passou de tradicional para moderna, sendo a primeira caracterizada pelo uso intensivo dos recursos naturais, isto é, da fertilidade natural do solo e da força de trabalho direta da família, ao passo que na segunda é observada a intensificação do emprego de máquinas, implementos, equipamentos, matérias-primas e instrumentos técnicos sofisticados, com o objetivo de aumentar a racionalização do empreendimento.

Kageyama (1997) declara, também, que o fenômeno da modernização é entendido basicamente pela alteração na base técnica produtiva, baseada na incorporação de tratores importados, fertilizantes, defensivos, mudança de instrumentos e de culturas ou variedades. A autora realça ainda a existência de uma industrialização da agricultura, que pode ser entendida a partir da ideia de sua transformação em um ramo de produção análogo a um segmento industrial, como uma empresa que adquire certos insumos e produz matérias-primas para outras esferas produtivas.

Nesta direção, Gastal (1997) afirma que o termo está associado ao uso ou inserção de novas tecnologias no sistema produtivo do setor agropecuário, com a finalidade de obter

melhores rendimentos dos fatores de produção e maximizar os lucros. Para Souza e Lima (2003), essa modernização impulsionou várias modificações na maneira de produzir e no relacionamento do segmento com os demais da economia, provocando uma transformação na base técnica, a partir da introdução de um conjunto de inovações tecnológicas, a exemplo da mecanização do campo e a utilização de insumos industrializados, proporcionando uma maior integração da agricultura com a indústria.

Muniz e Rosa (2005) destacam que na fase que antecedeu à modernização, as relações entre esses dois setores eram pouco relevantes, uma vez que os métodos de cultivo eram muito rudimentares, e a adoção de máquinas, instrumentos e insumos industriais ainda eram limitadas. Nesta etapa, a agricultura era relativamente independente da indústria para a efetivação de suas atividades. Só na fase de modernização estes dois segmentos passaram a se relacionar expressivamente, com suas dinâmicas se influenciando mutuamente.

Ademais, este conceito apresenta características bastante variadas entre os pesquisadores, visto que alguns levam em consideração somente as alterações na estrutura técnica, entendida como um sinônimo de mecanização e tecnificação das lavouras, em razão do constante uso de equipamentos e mecanismos modernos, que propiciam rendimentos mais elevados. Uma outra linha de contribuição considera todo o processo produtivo, não se restringindo às ferramentas usadas, mas a todas as mudanças ocasionadas nas relações sociais de produção. Nessa interpretação, a modernização agrícola acompanha os moldes capitalistas e estimula a monocultura, visto que favorece somente determinados produtos e produtores. Além disso, estimula a industrialização da agricultura, tornando-a uma atividade visivelmente empresarial e criando um mercado consumidor para as indústrias fabricantes de maquinários e matérias-primas sofisticadas (TEIXEIRA, 2005).

Adicionalmente, Sepulcri e Paula (2005) colocam que este fenômeno corresponde a um estágio de evolução da agropecuária, fundamentada na incorporação de máquinas, equipamentos, fertilizantes, defensivos, aparatos gerenciais e de uma base genética diferenciada, dada pelo desenvolvimento de novas variedades e raças animais, provocando, ainda, mudanças consideráveis nas relações sociais de trabalho, que passaram a ser coletivizadas, com a extinção do emprego individual e aparecimento do coletivo, assalariado e especializado. Nunes (2007) acrescenta que a introdução desses materiais possibilitou o aumento da produtividade dos fatores terra e trabalho. Para Egger (2010), o processo de modernização acontece até os dias atuais, em momentos, espaços e com forças diferenciadas, baseado na inclusão de vários elementos, como a utilização de agrotóxicos, sementes industrializadas e adubos químicos.

É possível inferir que a agricultura moderna está relacionada com a incursão cada vez maior de inovações tecnológicas e das metamorfoses no relacionamento do capital e do trabalho, caracterizado como um padrão que modifica as condições econômicas, favorecendo a elevação da produtividade agrícola, sendo, então, a tecnologia, a capacidade de produzir em larga escala, a dependência de aparatos externos à propriedade, a integração com o setor industrial, e a mobilidade do capital produtivo e financeiro no espaço geográfico os seus componentes (MATOS; PESSÔA, 2011). Significando, portanto, uma transformação de natureza política, econômica e cultural, que não influencia apenas a produção que se consegue medir, como também as relações sociais, demonstrando a expansão dos recursos

e os interesses inerentes a estes, sobretudo pela manifestação do poder do Estado, das cooperativas, agroindústrias e organizações de agricultores (SANTOS, 2011).

Além disso, observa-se o emprego crescente, além dos equipamentos já mencionados, de tratores, arados, colheitadeiras e irrigação (BISPO, 2012). A modernização desse setor foi responsável pela criação das bases para o suprimento de alimentos e matérias-primas, bem como para a ampliação da oferta de trabalho destinado ao segmento industrial e urbano, uma vez que o progresso técnico, depois de penetrado nas unidades agropecuárias, expulsou da terra uma parte dos produtores rurais que não tiveram a oportunidade de promover a incorporação das inovações biológicas, físico-químicas e mecânicas nas unidades produtivas (PIRES, 2013).

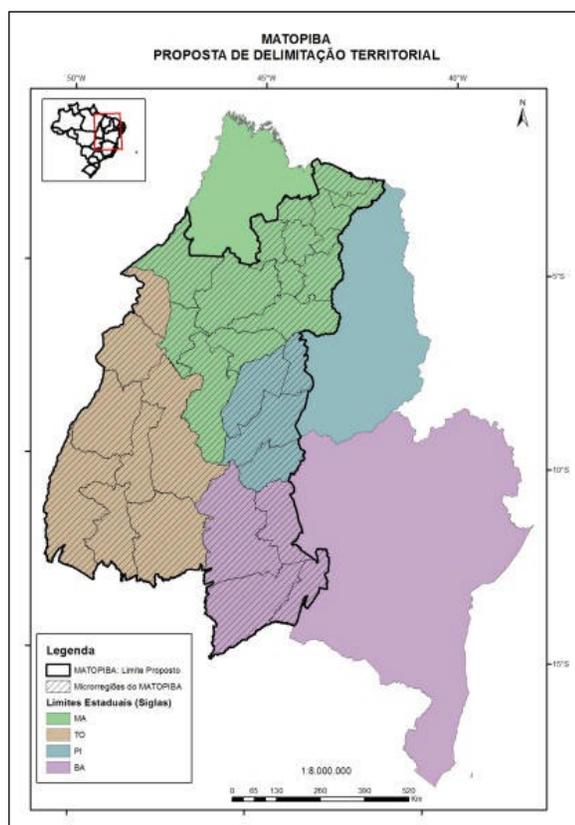
Mais recentemente, o conceito de modernização agrícola tem sido associado à especialização produtiva, vista como uma condição importante para a obtenção da eficiência econômica, mensurada através da produtividade do trabalho. Isto acarretou, de modo generalizado, na passagem para as indústrias das atividades que antes eram específicas de um agricultor, pois isso garantiria, a partir do mecanismo de produção em massa, a diminuição dos custos e, conseqüentemente, a elevação dos lucros. Esse é o processo denominado de industrialização da agricultura, que tem a finalidade de simplificar os sistemas produtivos e massificar o emprego de tecnologias padronizadas (SOGLIO, 2016).

A partir das diferentes contribuições da literatura, portanto, verificou-se que ocorreram muitas transformações no âmbito da produção rural, em razão do estabelecimento da modernização do campo, especialmente quando se trata das inovações tecnológicas inserida aos fatores produtivos. A elevação da produtividade, de acordo com os princípios do movimento capitalista contemporâneo, simboliza o novo modelo agrícola mundial, com a incumbência de que a grande produção, os trabalhadores, as máquinas, os equipamentos e a terra sejam o mais rentáveis possível. Essas mudanças, de caráter estrutural e conjuntural, provocam alterações no ambiente rural, percebidas pelas novas relações de trabalho, de vida e da própria paisagem (LOBÃO, 2018).

2.2 Progresso agrícola e dinâmica da agricultura moderna na região do MATOPIBA

O termo MATOPIBA é resultante de um acrônimo formado pelas iniciais dos nomes dos estados que compõem a região, que são o Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, localizados no Norte e Nordeste brasileiro, designando uma extensão geográfica que recobre, em parte, três das quatro Unidades da Federação, com exceção apenas do Tocantins, onde todos os municípios fazem parte deste espaço. A região é recorrentemente apontada pela expansão de uma fronteira agrícola, retratada como a última do Brasil, apoiada em recursos tecnológicos de grande produtividade. Nas últimas décadas, têm ocorrido mudanças no uso e ocupação das suas terras, pautadas, principalmente, pela utilização e condição fundiária destas, com a substituição de pastagens extensivas e tradicionais, por zonas de campos e cerrados, com plantações anuais que fazem uso de tecnologias modernas, como a irrigação (MIRANDA; MAGALHÃES; CARVALHO, 2014). A figura 1 mostra a delimitação territorial da região.

Figura 1 - Delimitação territorial da região do MATOPIBA



Fonte: EMBRAPA (2015a).

O processo recente de constituição e ampliação desta nova fronteira agrícola foi fortalecido desde o final do século XX. A posse das suas áreas rurais não é, portanto, atual, uma vez que se tratam de ações que iniciaram no começo dos anos de 1970 e ganharam força a partir do estabelecimento de programas e decisões tomadas e implementadas por projetos governamentais, através de políticas públicas criadas para viabilizar e impulsionar o seu desenvolvimento econômico, transformando a agricultura e a agropecuária, por meio da concessão de crédito subsidiado e subsídio direto para a compra de insumos, com a finalidade de aumentar a produção e produtividade do setor, dada a especialização de produtos, principalmente de grãos (SANTOS, 2018).

A ocupação do território do MATOPIBA aconteceu de forma gradual, iniciando no oeste da Bahia, nos anos 1970, mais exatamente em Barreiras e em Mimoso do Oeste, que atualmente é o município de Luís Eduardo Magalhães (BA). Nos anos de 1980, tal ocupação se estendeu pelo Sul do Maranhão, através do município de Balsas. Na década de 1990, quando foi observado um aumento no preço das terras ocupadas, a produção se expandiu e alcançou o Sudoeste do Piauí. Diferentemente dos outros estados, Tocantins passou a compor a região em razão da separação ocorrida do Norte de Goiás do restante do estado, que se verificou no começo dos anos 1990. Como o estado está localizado em um

ponto estratégico, tornou-se rota para exportação e entreposto da produção proveniente do Centro-Oeste (PEREIRA, 2019).

Essa extensão geográfica possui um dinamismo próspero em termos de crescimento relacionado à utilização e posse de terras, por meio da substituição de pastagens em grandes áreas e cerrados por uma agricultura moderna, mecanizada e com uso de irrigação. Como já mencionado, tal processo, que começou na Bahia e impulsionou a geração de riquezas, também promoveu a transformação dos espaços urbanos vizinhos, em virtude do surgimento de empresas industriais e serviços integrados à produção agrícola (MANGABEIRA; MAGALHÃES; DALTIO, 2015). O seu progresso tem provocado a atração de muitos investimentos, em âmbito interno e externo, e de caráter público e privado, possibilitando uma melhor estrutura, comercialização e escoamento da produção, além da criação de empregos e fortalecimento da renda regional. Uma das inversões realizadas diz respeito às melhorias efetuadas na infraestrutura, com a construção de novas rotas ferroviárias, que facilitam o transporte das safras e ligam os espaços produtores aos portos do Nordeste (BRUGNERA; DALCHIAVON, 2017).

Até a década de 1980, esse território era conhecido por praticar, de forma predominante, a atividade de pecuária extensiva. No entanto, mais recentemente tem sido pautado por um modelo de desenvolvimento distinto, decorrente da expansão do agronegócio e do crescimento de um padrão produtivo apoiado em alta mecanização. Os fatores que o classificam como promissor e atrativo, na perspectiva do agronegócio, são a existência de terras planas e adquiridas a preços baixos; condições edafoclimáticas propícias para a cultura de grãos; terminais portuários próximos; presença de outros modais de transporte, além do rodoviário, acarretando em maiores alternativas para o escoamento da produção; e possibilidade de redução dos custos, devido à melhoria da capacidade logística instaurada nos portos do Arco Norte (BELCHIOR; ALCÂNTARA; BARBOSA, 2017).

Dessa forma, o MATOPIBA refere-se a uma delimitação territorial, instituída através de um acordo de colaboração técnica, realizado no ano de 2014, e firmado por vários ministérios e agências federais, com a finalidade de demarcar uma área com uma grande capacidade de crescimento agrícola. Em maio de 2015, o governo brasileiro estabeleceu, a partir de um decreto, a região especial denominada de MATOPIBA, que está localizada no Norte do Cerrado, e os municípios que formam a mesma, em decorrência desse processo de expansão, que conta ainda com uma importante parcela de sua cobertura vegetal original, o que pode levar a uma ocupação maior do bioma pelo capital financeiro e agroindustrial, objetivando a exportação de bens agropecuários e minerais. Ainda, foi criado o Plano de Desenvolvimento Agropecuário (PDA) desse território, com o intuito de desenvolver práticas agropecuárias e de mineração no mesmo (FIAN INTERNACIONAL *et al.*, 2018; PITTA; VEGA, 2017).

Ao longo das últimas duas décadas, portanto, essa área ganhou importância como uma fronteira agrícola. No ano de 2016, foi verificado que 10% da produção de grãos do país provém da região, que é uma relevante condutora da expansão do cultivo da soja e do milho (BRAGANÇA, 2016; PEREIRA, 2019). Embora essas duas culturas sejam utilizadas para a ração de animais e para consumo indireto das famílias, possuem uma acentuada demanda por parte do mercado externo. Dessa maneira, o cenário que tem descrito este

espaço é o de um forte produtor de soja, milho e algodão destinado ao setor externo (PEREIRA; CASTRO; PORCIONATO, 2018).

Esse crescimento ocorreu devido às suas condições edafoclimáticas propícias, que tornou esse território um importante produtor de grãos, apresentando um acréscimo de 239% na quantidade produzida, considerando os anos de 2000 e 2014. A produção desses produtos é apontada como capital-intensiva, uma vez que são utilizadas, intensivamente, máquinas, colheitadeiras, matérias-primas e uma grande diversidade tecnológica (PEREIRA; PORCIONATO; CASTRO, 2018). O cultivo da soja possui destaque, com uma produção de 9,8 milhões de toneladas, no ano de 2016, e um aumento de 314% em comparação com o ano 2000. Em segundo lugar está o milho, com um volume produzido de 4,3 milhões de toneladas, em um milhão de hectares e acréscimo de 245%, tendo em vista os mesmos anos. Adicionalmente, a importância concedida ao MATOPIBA ocorre em razão do seu tamanho e relevância próspera, sendo a segunda maior extensão agrícola do Brasil, ficando atrás apenas do Centro-Oeste. Favorecem essa dinâmica o valor da terra, políticas públicas implementadas, disponibilidade de recursos hídricos, boas condições climáticas e sua proximidade do mercado americano e europeu, através do Porto do Itaqui, no estado do Maranhão (PEREIRA; CASTRO; PORCIONATO, 2018).

Posto isto, de forma geral, esta é uma região que tem apresentado destaque no âmbito da agricultura moderna, apoiada em dois fatores, o capital e a tecnologia, abrangendo uma grande área de produção em larga escala, com as plantações de soja, milho, algodão, eucalipto, além do exercício da atividade pecuária. De forma subsidiária, existe uma área extensa de agricultura de subsistência, a exemplo do feijão, mandioca e milho. Uma considerável quantidade de municípios ainda pratica a agricultura familiar, a partir da cultivo de frutas, castanhas e mandioca, como também do extrativismo. A soja é vista como o produto principal deste espaço, sendo adaptada para o bioma Cerrado do Brasil, uma vez que se trata de uma cultura para temperaturas mais frias. O milho também possui importância, demonstrada a partir das grandes safras, dada a sua vocação para o mercado externo, além do algodão, que é muito relevante para a indústria têxtil (PEREIRA, 2019).

Ademais, a dinâmica econômica desta extensão geográfica revela que esta possui um padrão de acumulação baseado na exportação de produtos primários, denominado de “padrão exportador de especialização produtiva”. Ao contrário da ocupação verificada em parte do Cerrado, na década de 1960, esta vem sendo constituída a partir de interesses provenientes, em sua maioria, do capital transnacional (XAVIER, 2019).

3 Metodologia

3.1 Área de estudo

A região do MATOPIBA abrange área de quatro estados brasileiros, sendo três localizados no Nordeste (Maranhão, Piauí e Bahia) e um no Norte (Tocantins). Em sua totalidade, a mesma possui 337 municípios, sendo 135 do Maranhão, a totalidade dos municípios Tocantinenses (139), 33 do Piauí e 30 da Bahia (BRASIL, 2015). Esse espaço apresenta, ainda, uma área total de aproximadamente 73 milhões de hectares, em que

cerca de 33% pertencem ao Maranhão; 38% ao Tocantins; 11% ao Piauí; e 18% à Bahia. Com relação ao seu bioma, evidencia-se a existência de três, com grande predominância do Cerrado, em 91% do território, seguido do Amazônia (7,30%) e Caatinga (1,70%), de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2015b, 2015c).

3.2 Fonte e descrição dos dados

As variáveis que integram o Índice de Modernização Agrícola (IMA) dos municípios da região do MATOPIBA foram obtidas do Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do ano de 2017, conforme apresentadas no Quadro 1, considerando-se que é o censo mais atual, do tipo, disponibilizado. Para a construção do IMA, foi empregada a técnica de Análise Fatorial, utilizando o *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), em sua versão 21.

Visto que não é o volume o fator de interesse, mas a intensidade da utilização das tecnologias modernas, os indicadores são expressos em relação à Área Explorada (AE), à mão de obra ocupada, dada por Equivalente-Homem (EH), e ao Total de Estabelecimentos (TE) (SOUZA; LIMA, 2003). A AE refere-se ao somatório das áreas de lavouras (permanentes, temporárias e para o cultivo de flores), pastagens (naturais, plantadas em boas condições e em más condições), matas ou florestas plantadas, matas naturais (matas e/ou florestas naturais e matas ou florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal) e sistemas agroflorestais (área cultivada com espécies florestais também usada para lavouras e pastoreio por animais). Enquanto o TE corresponde a quantidade total de estabelecimentos agropecuários (HOFFMANN, 1992; FERREIRA; BARBOSA; SOUSA, 2011; MADEIRA, 2012).

No que se refere ao EH, tem-se que empregar um procedimento de uniformização, uma vez que existem diferenças entre os trabalhadores no que diz respeito ao sexo, idade e ao tipo de dedicação, que implicam no volume de trabalho disponível, sendo necessária, portanto, a aplicação de pesos para cada categoria, retratadas a seguir (GRAZIANO DA SILVA; KAGEYAMA, 1983; SOUZA *et al.*, 2009):

- 1) Homens de 14 anos ou mais = 1,0 EH.
- 2) Mulheres de 14 anos ou mais:
 - a. Familiares = 0,5 EH;
 - b. Empregadas = 1,0 EH;
 - c. Parceiras = 0,66 EH.
- 3) Crianças com menos de 14 anos:
 - a. Familiares = 0,4 EH;
 - b. Empregados e parceiros = 0,5 EH.

Quadro 1 - Variáveis que integram o Índice de Modernização Agrícola (IMA) dos municípios da região do MATOPIBA

Variáveis	Descrição	Estudos que auxiliaram a escolha das variáveis
X01	Número de estabelecimentos que possuem tratores/AE	Souza e Khan (2001); Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004); Silva e Fernandes (2005); Souza <i>et al.</i> (2009); Alencar e Silva (2011); Ferreira, Barbosa e Sousa (2011); Costa <i>et al.</i> (2012); Medeiros <i>et al.</i> (2015); Pinto e Coronel (2015); Irmão (2016); Lavorato e Fernandes (2016); Lobão <i>et al.</i> (2016); Santos, Sano e Santos (2018); Beckmann e Santana (2019); Madeira <i>et al.</i> (2019)
X02	Número de estabelecimentos que possuem tratores/EH	Souza e Khan (2001); Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004); Silva e Fernandes (2005); Souza <i>et al.</i> (2009); Alencar e Silva (2011); Costa <i>et al.</i> (2012); Medeiros <i>et al.</i> (2015); Pinto e Coronel (2015); Irmão (2016); Lavorato e Fernandes (2016); Lobão <i>et al.</i> (2016); Rossoni <i>et al.</i> (2018); Santos, Sano e Santos (2018); Madeira <i>et al.</i> (2019)
X03	Número de estabelecimentos que possuem máquinas do tipo semeadeiras (plantadeiras)/AE	Medeiros <i>et al.</i> (2015)
X04	Número de estabelecimentos que possuem máquinas do tipo semeadeiras (plantadeiras)/EH	Medeiros <i>et al.</i> (2015)
X05	Número de estabelecimentos que possuem máquinas do tipo colheitadeiras/AE	Souza <i>et al.</i> (2009); Ferreira, Barbosa e Sousa (2011); Medeiros <i>et al.</i> (2015); Irmão (2016); Lobão <i>et al.</i> (2016); Rossoni <i>et al.</i> (2018)
X06	Número de estabelecimentos que possuem máquinas do tipo colheitadeiras/EH	Souza <i>et al.</i> (2009); Medeiros <i>et al.</i> (2015); Rossoni <i>et al.</i> (2018)
X07	Número de estabelecimentos que utilizaram agrotóxicos para controle de pragas e doenças em vegetais/AE	Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004); Silva e Fernandes (2005); Rossoni <i>et al.</i> (2018); Chao Li <i>et al.</i> (2019)
X08	Número de estabelecimentos que utilizaram agrotóxicos para controle de pragas e doenças em vegetais/EH	Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004); Silva e Fernandes (2005)
X09	Número de estabelecimentos que utilizaram agrotóxicos para controle de pragas e doenças em vegetais/TE	Souza e Khan (2001); Lavorato e Fernandes (2016); Madeira <i>et al.</i> (2019)
X10	Número de estabelecimentos que fizeram adubações química, orgânica ou química e orgânica e uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/AE	Ferreira, Barbosa e Sousa (2011); Medeiros <i>et al.</i> (2015); Rossoni <i>et al.</i> (2018)
X11	Número de estabelecimentos que fizeram adubações química, orgânica ou química e orgânica e uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/EH	Medeiros <i>et al.</i> (2015); Rossoni <i>et al.</i> (2018)
X12	Número de estabelecimentos que fizeram adubações química, orgânica ou química e orgânica e uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/TE	Souza e Khan (2001); Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004); Silva e Fernandes (2005); Medeiros <i>et al.</i> (2015); Lavorato e Fernandes (2016); Madeira <i>et al.</i> (2019)
X13	Número de estabelecimentos que possuem energia elétrica/TE	Souza e Khan (2001); Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004); Silva e Fernandes (2005); Lavorato e Fernandes (2016); Madeira <i>et al.</i> (2019)

Variáveis	Descrição	Estudos que auxiliaram a escolha das variáveis
X14	EH/AE	Souza e Khan (2001); Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004); Silva e Fernandes (2005); Lavorato e Fernandes (2016); Madeira <i>et al.</i> (2019)
X15	Número de estabelecimentos com orientação técnica/AE	Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004); Silva e Fernandes (2005); Ferreira, Barbosa e Sousa (2011)
X16	Número de estabelecimentos com orientação técnica/EH	Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004); Silva e Fernandes (2005)
X17	Número de estabelecimentos com orientação técnica/TE	Souza e Khan (2001); Irmão (2016); Lavorato e Fernandes (2016); Madeira <i>et al.</i> (2019)
X18	Número de estabelecimentos que obtiveram financiamento/AE	Souza e Khan (2001); Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004); Silva e Fernandes (2005); Souza <i>et al.</i> (2009); Alencar e Silva (2011); Costa <i>et al.</i> (2012); Medeiros <i>et al.</i> (2015); Pinto e Coronel (2015); Irmão (2016); Lavorato e Fernandes (2016); Rossoni <i>et al.</i> (2018); Madeira <i>et al.</i> (2019)
X19	Número de estabelecimentos que obtiveram financiamento/EH	Souza e Khan (2001); Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004); Silva e Fernandes (2005); Souza <i>et al.</i> (2009); Alencar e Silva (2011); Costa <i>et al.</i> (2012); Medeiros <i>et al.</i> (2015); Pinto e Coronel (2015); Irmão (2016); Lavorato e Fernandes (2016); Lobão <i>et al.</i> (2016); Rossoni <i>et al.</i> (2018); Madeira <i>et al.</i> (2019)
X20	Valor da produção (Mil Reais)/AE	Souza e Khan (2001); Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004); Silva e Fernandes (2005); Souza <i>et al.</i> (2009); Alencar e Silva (2011); Costa <i>et al.</i> (2012); Medeiros <i>et al.</i> (2015); Pinto e Coronel (2015); Irmão (2016); Lavorato e Fernandes (2016); Lobão <i>et al.</i> (2016); Santos, Sano e Santos (2018); Madeira <i>et al.</i> (2019)
X21	Valor da produção (Mil Reais)/EH	Souza e Khan (2001); Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004); Silva e Fernandes (2005); Souza <i>et al.</i> (2009); Alencar e Silva (2011); Costa <i>et al.</i> (2012); Medeiros <i>et al.</i> (2015); Pinto e Coronel (2015); Irmão (2016); Lavorato e Fernandes (2016); Lobão <i>et al.</i> (2016); Santos, Sano e Santos (2018); Madeira <i>et al.</i> (2019)
X22	Despesas com adubos, corretivos, sementes e mudas, agrotóxicos, medicamentos para animais, sal e rações (Mil Reais)/AE	Souza e Khan (2001); Souza <i>et al.</i> (2009); Alencar e Silva (2011); Costa <i>et al.</i> (2012); Medeiros <i>et al.</i> (2015); Pinto e Coronel (2015); Irmão (2016); Lobão <i>et al.</i> (2016); Madeira <i>et al.</i> (2019)
X23	Despesas com adubos, corretivos, sementes e mudas, agrotóxicos, medicamentos para animais, sal e rações (Mil Reais)/EH	Souza <i>et al.</i> (2009); Alencar e Silva (2011); Costa <i>et al.</i> (2012); Medeiros <i>et al.</i> (2015); Pinto e Coronel (2015); Irmão (2016); Lobão <i>et al.</i> (2016)
X24	Despesa total (Mil Reais)/AE	Souza e Khan (2001); Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004); Silva e Fernandes (2005); Souza <i>et al.</i> (2009); Alencar e Silva (2011); Costa <i>et al.</i> (2012); Pinto e Coronel (2015); Irmão (2016); Lavorato e Fernandes (2016); Rossoni <i>et al.</i> (2018); Madeira <i>et al.</i> (2019)

Variáveis	Descrição	Estudos que auxiliaram a escolha das variáveis
X25	Despesa total (Mil Reais)/EH	Souza e Khan (2001); Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004); Silva e Fernandes (2005); Souza <i>et al.</i> (2009); Alencar e Silva (2011); Costa <i>et al.</i> (2012); Pinto e Coronel (2015); Irmão (2016); Lavorato e Fernandes (2016); Lobão <i>et al.</i> (2016); Rossoni <i>et al.</i> (2018); Madeira <i>et al.</i> (2019)

Fonte: Elaboração própria (2021).

É relevante esclarecer uma série de questões sobre o conjunto de dados selecionados para compor o IMA do MATOPIBA, uma vez que não foi possível incluir algumas variáveis importantes e utilizadas pela literatura para expressar a modernização agrícola, em virtude das mesmas contarem com valores inibidos ou até mesmo não terem sido disponibilizadas pelo Censo Agropecuário de 2017 para uma quantidade expressiva de municípios da região estudada, como é o caso dos indicadores de número de silos (unidade armazenadora), número de estabelecimentos que utilizam irrigação, área irrigada, despesas com combustíveis e lubrificantes, quantidade de tratores, máquinas para plantio e colheita, sendo as três últimas substituídas pelo número de estabelecimentos que contam com tais equipamentos.

Além disso, identificou-se que muitas informações que eram captadas pelo IBGE não foram levantadas neste último censo, as quais também são relevantes para a representação do fenômeno pesquisado, como o número de arados (tração mecânica e animal), quantidade de energia elétrica consumida e de combustíveis e lubrificantes, valor dos financiamentos (substituído, nesta pesquisa, por número de estabelecimentos que obtiveram financiamento), valor dos investimentos (total, em instalações e outras benfeitorias, veículos e outros meios de transporte, e máquinas e instrumentos agrícolas) e valor total dos bens. Ademais, devido a não adequação ao modelo de Análise Fatorial, a variável de número de estabelecimentos com associação do produtor à cooperativa e/ou à entidade de classe precisou ser excluída, tendo em vista que apresentou comunalidade baixa, de 0,24, menor que 0,50. Santana (2005) afirma que variáveis com essa característica devem ser retiradas da análise, por não apresentar explicação suficiente.

3.3 Método de análise

3.3.1 Análise Fatorial (AF)

A estatística multivariada é um tipo de técnica que tem como objetivo a análise de inúmeras variáveis em um único conjunto de relações, ou seja, é capaz de analisar simultaneamente múltiplas medidas sobre uma população ou objetos de investigação. Além disso, possui várias extensões, dentre as quais está a Análise Fatorial (AF), que tem como principal finalidade identificar uma quantidade relativamente pequena de dimensões latentes comuns (fatores) que podem ser empregados para representar relações entre um grande número de variáveis inter-relacionadas, possibilitando a criação de indicadores inicialmente não observáveis e constituídos do agrupamento de dados altamente correlacionadas com apenas um dos fatores (FÁVERO *et al.*, 2009; HAIR *et al.*, 2009).

De forma genérica, o modelo de Análise Fatorial é apresentado conforme a equação 1:

$$X_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \dots + a_{im}F_m + \varepsilon_i \quad (i = 1, \dots, p) \quad (1)$$

onde: X_i refere-se as variáveis padronizadas; a_i as cargas fatoriais; F_m corresponde aos fatores comuns, que são independentes (ortogonais) e igualmente distribuídos, com média zero e variância unitária; e ε_i diz respeito aos fatores específicos ou termo de erro, que também é independente e igualmente distribuído, com média zero e variância de ε_i (FÁVERO *et al.*, 2009; MARÔCO, 2007).

Os fatores são estimados por meio da combinação linear das variáveis, como exposto a seguir:

$$\begin{aligned} F_1 &= d_{11}X_1 + d_{12}X_2 + \dots + d_{1m}X_i \\ F_2 &= d_{21}X_1 + d_{22}X_2 + \dots + d_{2m}X_i \\ &\vdots \\ F_m &= d_{m1}X_1 + d_{m2}X_2 + \dots + d_{mi}X_i \end{aligned} \quad (2)$$

em que: F_m representa os fatores comuns e d_{mi} os coeficientes dos escores fatoriais (FÁVERO *et al.*, 2009).

As comunalidades medem a quantidade total de variância que cada variável original compartilha com as outras variáveis inseridas no modelo e são obtidas a partir das cargas fatoriais (HAIR *et al.*, 2009). Belfiore, Fávero e Angelo (2005) acrescentam que as mesmas apresentam um valor inicial igual a um e, depois da extração, variam entre zero (os fatores comuns não explicam nenhuma variância da variável) e um (explicam toda sua variância). Santana (2005) aponta, ainda, que as variáveis que possuem comunalidades menores que 0,50 devem ser excluídas da análise, tendo em vista que não têm explicação suficiente.

A AF exige que o conjunto de dados empregados seja adequado à utilização do método, o que é realizado a partir das seguintes etapas: verificação da matriz de correlações, do teste de esfericidade de Bartlett (BTS), da estatística de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e avaliação da matriz anti-imagem. A primeira, como o próprio nome sugere, tem como propósito verificar se a matriz de dados possui correlações consideráveis que justifiquem a aplicação da metodologia. Deste modo, é necessário que a inspeção visual da mesma mostre um número expressivo de correlações superiores a 0,30, pois, caso contrário, a aplicação da ferramenta é inapropriada para a série de dados (HAIR *et al.*, 2005). O teste de Bartlett é utilizado para averiguar se a matriz de correlações é a identidade. Para que o uso da AF seja satisfatório, é primordial que a hipótese nula de que a matriz de correlações é uma matriz identidade seja rejeitada. Dessa forma, o valor do teste de significância deve ser inferior a 0,05% (MOURA; GOMES; BARROS, 2017).

A estatística KMO estabelece uma comparação entre as correlações simples e as parciais, avaliando a adequabilidade da amostra ao grau de correlação parcial entre as variáveis, que precisa ser pequeno, sendo dada pela expressão:

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} \sum a_{ij}^2} \quad (3)$$

em que: r_{ij} é o coeficiente de correlação entre as variáveis; e a_{ij} é o coeficiente de correlação parcial. Ademais, seus valores variam entre zero e um. A proximidade de zero implica que a AF pode não ser apropriada, uma vez que está indicando uma correlação fraca entre as variáveis. Em contrapartida, quanto mais próximo de um, mais apropriada a técnica em destaque. Como regra geral, tem-se que valores iguais ou menores que 0,60 apontam que a utilização da técnica pode ser inadequada para o conjunto de dados (FÁVERO *et al.*, 2009).

Com relação a avaliação da matriz de correlação anti-imagem, devem ser observados os valores da sua linha diagonal principal, que correspondem à Medida de Adequação da Amostra ou *Measure of Sampling Adequacy* (MSA) para cada uma das variáveis (LIRA; LEMOS; LIMA, 2016). Valores iguais ou maiores que 0,5 revelam que o uso da AF pode ser satisfatório. Por outro lado, se alguma variável apresentar um valor inferior a 0,5, é recomendada a sua exclusão (BORGES; BENEDICTO; CARVALHO, 2014).

No que concerne ao método de extração dos fatores, foi aplicada a Análise dos Componentes Principais (ACP), que é um modelo fatorial em que os fatores são baseados na variância total e tem como objetivo tomar p variáveis ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$), encontrar combinações das mesmas para gerar índices ($Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_p$) que sejam não correlacionados no seu grau de importância e descrever a variação dos dados (ARAUJO; COELHO, 2009). Guedes *et al.* (2012) enfatizam que a ACP também tem como característica a ordem decrescente de explicação da variância total pelos fatores, com o primeiro fator explicando mais da variância que os fatores seguintes e assim sucessivamente.

A escolha do número de fatores foi realizada através do critério da raiz latente ou critério de Kaiser, em que são extraídos apenas os fatores com autovalores maiores que um (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2010), ao passo que a rotação destes foi executada por meio do método rotacional ortogonal *Varimax*, o qual tem como finalidade a maximização da soma das variâncias de cargas impostas e a rotação da matriz, de forma que cada variável esteja fortemente correlacionada com apenas um fator e nos outros tenha-se uma baixa correlação, o que significa que cada indicador pertencerá a somente um dos fatores (FERNANDES NETO, 2011).

Como último passo da Análise Fatorial, tem-se a interpretação e nomeação dos fatores, que é empreendido a partir das cargas fatoriais significantes. Hair *et al.* (2005) ressaltam a existência de uma regra prática para a classificação das mesmas, a saber: cargas fatoriais superiores a 0,30 alcançam o nível mínimo; cargas de 0,40 são consideradas como mais importantes; e cargas fatoriais iguais ou maiores que 0,50 possuem significância prática. No entanto, destacam, ainda, que a significância das cargas fatoriais depende do tamanho da amostra utilizada pelo pesquisador, como apresentado no quadro 3, em que, por exemplo, para um número de 200 observações, uma carga fatorial de 0,40 é significativa.

3.3.1.1 Procedimentos para a criação do Índice de Modernização Agrícola (IMA) do MATOPIBA e determinação do seu nível de modernização

O IMA dos municípios da região do MATOPIBA foi construído com base na matriz dos escores fatoriais, que torna possível a hierarquização das observações. Ressalta-se que os escores fatoriais de cada fator têm uma distribuição normal, com média zero e variância unitária. Contudo, para a obtenção do índice normalizado, é necessário calcular, em primeiro lugar, o índice bruto, que para o estabelecimento do *ranking* dos municípios, é preciso a execução do cálculo da média dos fatores ponderada pela variância de cada observação. Ademais, a ponderação pelo percentual de explicação da variância total, que é dada pelo valor da raiz característica, corresponde à importância, em termos relativos, de cada fator gerado (MORAIS; SOBREIRA; LIMA, 2018).

Por conseguinte, considerando o ajuste do índice bruto da pesquisa de Melo e Parré (2007), o Índice Bruto de Modernização Agrícola (IBMA) do MATOPIBA é expresso, matematicamente, por:

$$IBMA = \frac{\sum_{i=1}^n (w_i F_i)}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (4)$$

sendo que: w_i é a proporção da variância explicada por cada fator; e F_i são os escores fatoriais.

Baseado no resultado desse índice, obtém-se o IMA através do método *min-max* e por interpolação, no qual o maior valor será 100 e o menor 0 (SHIKIDA, 2010). Posto isto, o índice assume a seguinte forma:

$$IMA_{qc} = \frac{x_{qc} - \min_c(x_q)}{\max_c(x_q) - \min_c(x_q)} \quad (5)$$

onde: x_{qc} representa o valor da observação (q) do índice bruto para o município (c); \min_c e \max_c correspondem ao valor menor e maior do índice bruto, nessa ordem, tendo em vista todos os municípios (MORAIS; SOBREIRA; LIMA, 2018).

É pertinente classificar os municípios da região em relação ao seu nível de modernização agrícola, considerando a média e o desvio-padrão do índice proposto, e a existência de três graus: Alto (A), aqueles com valores acima da média mais um desvio-padrão; Médio (M), que dizem respeito aos com valor entre a média e a média mais um desvio-padrão; e Baixo (B), equivale aos municípios que se encontram abaixo da média, de acordo com a metodologia apresentada por Melo e Parré (2007) e Xerxenevsky e Fochezatto (2015).

4 Resultados e discussões

4.1 Análise do Índice de Modernização Agrícola (IMA) dos municípios da região do MATOPIBA

O método de Análise Fatorial estabelece a necessidade de verificação da adequação do conjunto de variáveis ao modelo, que ocorre, conforme indicado na seção anterior, a partir da realização de alguns testes, como a inspeção visual da matriz de correlações, que apontou um número expressivo de correlações maiores que 0,30; a estatística KMO, que apresentou um valor de 0,639, sendo, portanto, aceitável e classificado como razoável; o teste de esfericidade de Bartlett, que indicou um valor de 10.233,907 e um nível de significância menor que 0,05%, sendo possível, assim, rejeitar a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade; e, por fim, foi feita uma avaliação da matriz de correlação anti-imagem, que pressupõe que todos os valores da diagonal principal, pertinentes a MSA de cada uma das variáveis, sejam iguais ou superiores a 0,5; observou-se que todas apresentaram essa característica, exceto as indicadas de X01, X07 e X19, com valores de 0,482, 0,456 e 0,353, respectivamente. No entanto, decidiu-se por mantê-las na análise, uma vez que, segundo Fávero *et al.* (2009), como as mesmas possuem altos valores de comunalidades e cargas fatoriais, podem permanecer no estudo, além de sua importância apontada pela literatura.

A Tabela 1 exibe, depois da rotação dos fatores pela técnica *Varimax*, a quantidade de fatores constituídos (sete fatores), tendo em vista as 25 variáveis consideradas, que explicam 81,84% da variância total dos dados originais, possuindo autovalores, na seguinte ordem, de 4,333 (F1); 3,962 (F2); 3,221 (F3); 3,213 (F4); 2,296 (F5); 1,749 (F6); e 1,688 (F7). No que se refere à porcentagem da variância explanada por cada um, tem-se que, seguindo uma ordem decrescente, 17,33% é explicado pelo Fator 1; 15,85% pelo dois; 12,88%, Fator 3; 12,85%, Fator 4; 9,19%, Fator 5; 6,99%, Fator 6; e 6,75%, Fator 7.

Tabela 1 - Valores referentes aos autovalores, variância explicada individualmente por cada fator e variância total explicada

Fatores	Autovalores	% da variância explicada por cada fator	% da variância total explicada
F1	4,333	17,330	17,330
F2	3,962	15,847	33,177
F3	3,221	12,883	46,060
F4	3,213	12,851	58,911
F5	2,296	9,186	68,097
F6	1,749	6,994	75,091
F7	1,688	6,751	81,842

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa (2021).

No que diz respeito aos valores das cargas fatoriais de cada fator e das comunalidades, expostas na Tabela 2, para todos os indicadores de modernização agrícola, tem-se que, no primeiro caso, apenas aquelas apontadas como significantes serão consideradas, sendo um

dos aspectos importantes para a nomeação dos fatores. Dessa forma, verificou-se que todas detêm um valor igual ou maior que 0,50, condição necessária para que sejam classificadas com significância prática, de acordo com Hair *et al.* (2005). Com relação às comunalidades, constata-se que todas apresentaram valor superior a 0,50, dispondo, deste modo, de explicação suficiente, em conformidade com o que assegura Santana (2005).

Tabela 2 - Valores referentes as cargas fatoriais e as comunalidades para cada variável

Variáveis	Cargas Fatoriais							Comunalidades
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	
X23	0,915	-0,115	0,236	0,112	-0,079	-0,092	0,072	0,939
X25	0,900	-0,142	0,224	0,177	-0,060	-0,059	0,128	0,935
X22	0,835	0,272	0,113	-0,029	-0,083	0,087	-0,122	0,815
X21	0,823	-0,139	0,336	0,209	-0,055	-0,116	0,106	0,881
X24	0,752	0,471	-0,010	-0,028	0,017	0,256	-0,213	0,900
X18	-0,071	0,911	-0,092	-0,158	0,088	-0,110	0,122	0,903
X15	-0,021	0,843	-0,087	0,190	0,079	-0,072	-0,216	0,812
X14	0,050	0,838	-0,097	-0,130	-0,096	0,147	-0,175	0,793
X10	0,005	0,792	-0,035	-0,019	-0,118	0,101	0,134	0,671
X20	0,537	0,681	0,041	-0,019	0,105	0,128	-0,273	0,856
X06	0,333	-0,055	0,868	0,176	-0,081	-0,073	0,120	0,924
X05	0,209	-0,057	0,839	0,047	-0,008	0,170	-0,112	0,794
X04	0,242	-0,106	0,729	0,391	-0,050	0,071	0,270	0,833
X03	0,047	-0,119	0,583	0,217	0,129	0,575	0,024	0,752
X16	-0,002	-0,002	0,098	0,956	0,037	0,025	0,016	0,926
X17	0,141	-0,034	0,156	0,928	0,016	0,099	0,030	0,918
X11	0,157	-0,034	0,382	0,624	-0,089	0,313	0,291	0,751
X12	0,332	-0,051	0,409	0,528	-0,133	0,367	0,245	0,772
X02	0,113	-0,140	0,504	0,507	-0,092	0,175	0,391	0,735
X09	0,005	-0,131	-0,017	-0,019	0,918	0,201	0,074	0,906
X08	-0,114	-0,098	-0,039	0,029	0,912	0,081	0,121	0,878
X07	-0,081	0,351	-0,044	-0,062	0,678	-0,233	-0,117	0,663
X01	-0,108	0,232	0,113	0,180	0,105	0,830	-0,006	0,810
X19	-0,104	-0,030	0,078	0,055	0,143	-0,108	0,802	0,696
X13	0,152	-0,141	0,096	0,265	-0,039	0,373	0,578	0,597

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa (2021).

O último passo da Análise Fatorial refere-se à nomeação dos fatores, sendo que cada um foi denominado de acordo com as variáveis que compõem os mesmos. Nessa perspectiva, o fator 1, que explica mais da variância total (17,33%) em comparação com os demais, está fortemente correlacionado com os indicadores X23 (despesas com adubos, corretivos, sementes e mudas, agrotóxicos, medicamentos para animais, sal e rações, em mil reais/EH), X25 (despesa total, em mil reais/EH), X22 (despesas com adubos, corretivos, sementes e mudas, agrotóxicos, medicamentos para animais, sal e rações, em mil reais/AE), X21 (valor da produção, em mil reais/EH) e X24 (despesa total, em mil reais/AE), seguindo

uma ordem decrescente do valor da carga fatorial. Com base nisso, denomina-se esse fator de intensivo em capitalização da atividade agrícola.

O fator 2 é composto pelas variáveis X18 (número de estabelecimentos que obtiveram financiamento/AE), X15 (número de estabelecimentos com orientação técnica/AE), X14 (EH/AE), X10 (número de estabelecimentos que fizeram adubações química, orgânica ou química e orgânica e uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/AE) e X20 (valor da produção, em mil reais/AE), podendo ser intitulado de intensivo em exploração do fator terra. Enquanto o fator 3 é formado pelos indicadores X06 (número de estabelecimentos que possuem máquinas do tipo colheitadeiras/EH), X05 (número de estabelecimentos que possuem máquinas do tipo colheitadeiras/AE), X04 (número de estabelecimentos que possuem máquinas do tipo semeadeiras - plantadeiras/EH) e X03 (número de estabelecimentos que possuem máquinas do tipo semeadeiras - plantadeiras/AE), sendo, portanto, nomeado de intensivo em máquinas e implementos agrícolas tradicionais.

Os fatores 4 e 5, por sua vez, estão fortemente correlacionados com as variáveis, no primeiro caso, X16 (número de estabelecimentos com orientação técnica/EH), X17 (número de estabelecimentos com orientação técnica/TE), X11 (número de estabelecimentos que fizeram adubações química, orgânica ou química e orgânica e uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/EH), X12 (número de estabelecimentos que fizeram adubações química, orgânica ou química e orgânica e uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/TE) e X02 (número de estabelecimentos que possuem tratores/EH), podendo ser chamado de intensivo em relação capital-trabalho e práticas extensionistas. Ao passo que o segundo é constituído dos indicadores X09 (número de estabelecimentos que utilizaram agrotóxicos para controle de pragas e doenças em vegetais/TE), X08 (número de estabelecimentos que utilizaram agrotóxicos para controle de pragas e doenças em vegetais/EH) e X07 (número de estabelecimentos que utilizaram agrotóxicos para controle de pragas e doenças em vegetais/AE), denominado, dessa forma, de intensivo em utilização de agrotóxicos na atividade agrícola.

Para finalizar, o fator 6 é composto por somente uma variável, a X01 (número de estabelecimentos que possuem tratores/AE), intitulado de intensivo em tecnologia por terra explorada. Em contrapartida, o fator 7 é formado pelos indicadores X19 (número de estabelecimentos que obtiveram financiamento/EH) e X13 (número de estabelecimentos que possuem energia elétrica/TE), nomeado de intensivo em capitalização em relação à mão de obra e aspecto de infraestrutura.

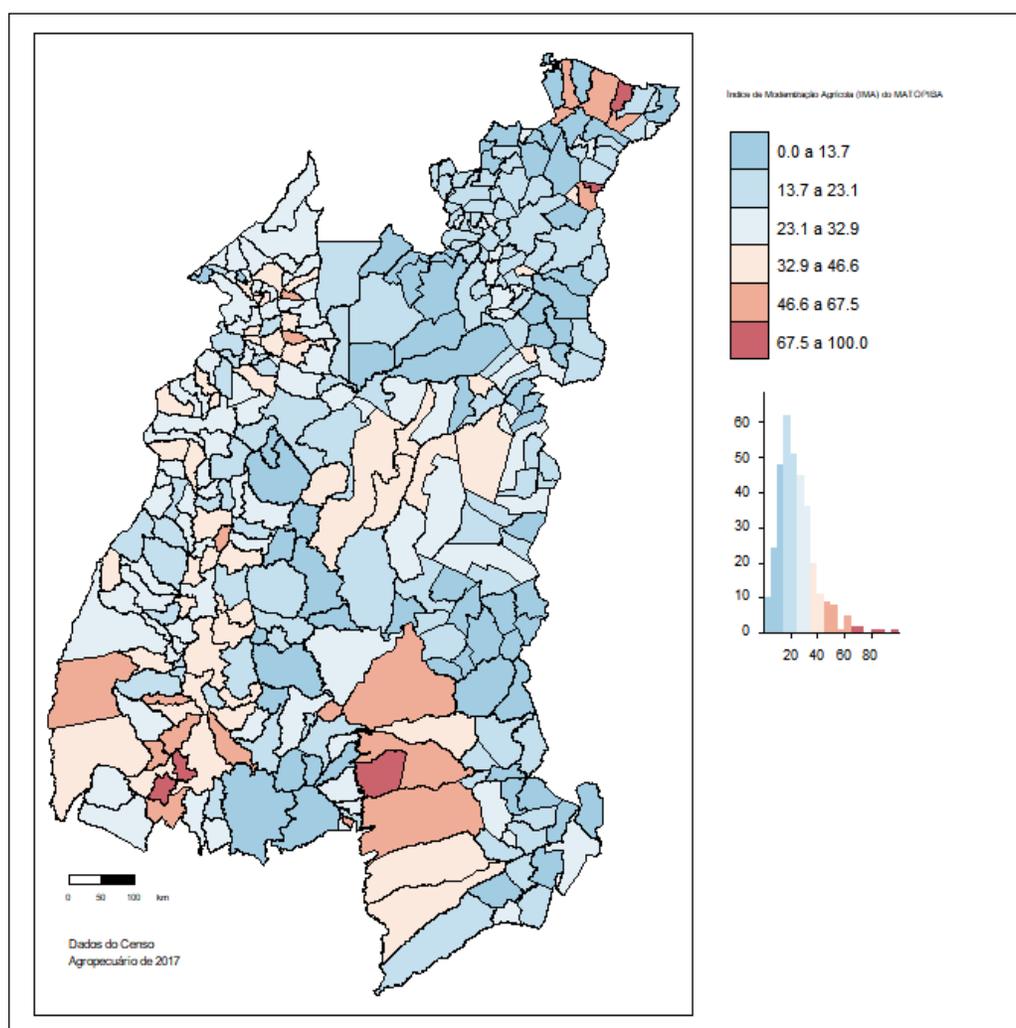
4.1.1 Classificação dos municípios do MATOPIBA segundo o IMA

O Índice de Modernização Agrícola (IMA) dos municípios do MATOPIBA revelou sua posição no *ranking* de modernização da agricultura da região. Em ordem decrescente, os 20 municípios melhor classificados e seus respectivos valores do índice foram: Paulino Neves (MA) – 100; Luís Eduardo Magalhães (BA) – 89,55; Duque Bacelar (MA) – 82,33; Sucupira (TO) – 74,04; Alvorada (TO) – 73,79; Santana do Maranhão (MA) – 67,47; Rio da Conceição (TO) – 66,58; Barreirinhas (MA) – 63,18; Barreiras (BA) – 62,16; Primeira Cruz (MA) – 62,03; Tupirama (TO) – 60,90; Belágua (MA) – 60,27; Gurupi (TO) – 55,08; Cariri do Tocantins (TO) – 54,82; Formosa do Rio Preto (BA) – 53,97; Combinado

(TO) – 53,27; Campestre do Maranhão (MA) – 53,23; São Valério (TO) – 51,54; São Desidério (BA) – 50,83; e Davinópolis (MA) – 50,74.

Em contrapartida, os 20 municípios que ocupam as últimas posições são: São Roberto (MA) – 7,21; São Benedito do Rio Preto (MA) – 7,13; Riacho Frio (PI) – 7,01; Centenário (TO) – 6,89; Chapadinha (MA) – 6,60; Arame (MA) – 6,52; Conceição do Tocantins (TO) – 6,19; Paranã (TO) – 6,14; Fernando Falcão (MA) – 5,98; Morro Cabeça no Tempo (PI) – 5,24; Avelino Lopes (PI) – 4,47; Humberto de Campos (MA) – 4,11; Matões (MA) – 4,05; Santo Amaro do Maranhão (MA) – 3,89; Pindorama do Tocantins (TO) – 3,49; Cristino Castro (PI) – 3,03; Landri Sales (PI) – 2,43; Santa Quitéria do Maranhão (MA) – 2,42; Barreiras do Piauí (PI) – 0,79; e Lizarda (TO) – 0. A figura 2 mostra o IMA de cada município.

Figura 2 - Índice de Modernização Agrícola (IMA) dos municípios do MATOPIBA



Fonte: Elaboração própria no *software* R (2021).

Paulino Neves, que é um município pertencente ao estado do Maranhão, tem 947 estabelecimentos agropecuários e uma Área Explorada (AE) de 1.464,12 hectares. O mesmo apresentou o valor máximo no IMA, sendo caracterizado, portanto, como o mais modernizado da região. Esse resultado pode ser justificado devido este contar com 70,96% dos estabelecimentos com energia elétrica; 3,59% dispõem de orientação técnica; 30,31% fazem adubações e uso de corretivos do pH do solo; 2,11% utilizam agrotóxicos para o controle de pragas e doenças em vegetais; o número de estabelecimentos que obtiveram financiamento por AE foi de 0,05; o valor da produção por AE, em mil reais, de 3,09; e despesas totais por AE, em mil reais, de 1,91. Apesar disso, o município não possui nenhum estabelecimento com máquinas do tipo semeadeiras e colheitadeiras.

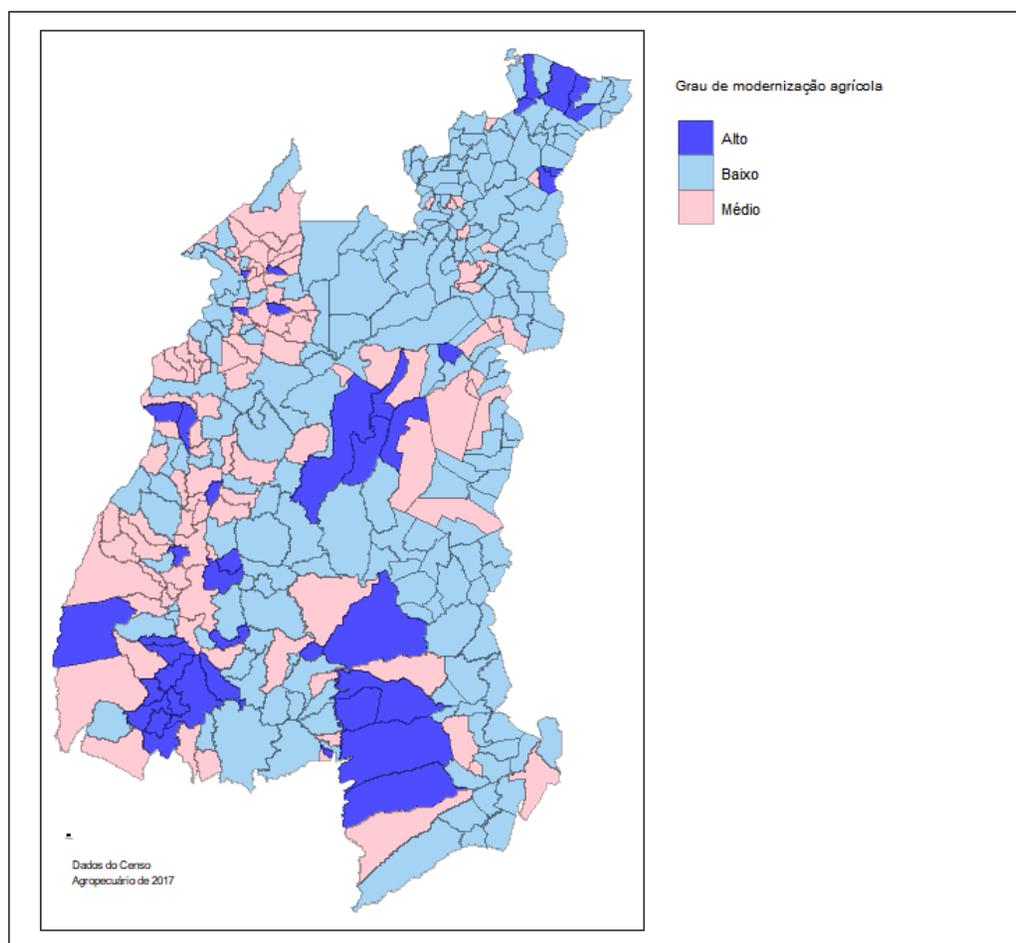
Por outro lado, Lizarda, no Tocantins, tem 535 estabelecimentos agropecuários e uma AE de 112.984,90 hectares e ficou com o menor resultado. Isso pode estar associado ao fato do município dispor de apenas 18,50% dos estabelecimentos com energia elétrica; 0,93% contam com orientação técnica; 5,05% realizam adubações e fazem uso de corretivos do pH do solo; 0,93% usam agrotóxicos para o controle de pragas e doenças em vegetais; um número muito pequeno de estabelecimentos obtiveram financiamento, que por AE, esse valor foi de 0,00005; o valor da produção por AE, em mil reais, foi de 0,09; e despesas totais por AE, em mil reais, de 0,09.

Considerando todos os municípios do MATOPIBA, tem-se que, de uma forma geral, verificou-se que, apesar da literatura (BELCHIOR; ALCÂNTARA; BARBOSA, 2017; PEREIRA; PORCIONATO; CASTRO, 2018) apontar que a região possui um alto nível de modernização agrícola, os indicadores que medem esse fenômeno, a partir dos dados do Censo Agropecuário de 2017, evidenciaram resultados que apontam para uma outra orientação, uma vez que apenas 7,06% dos estabelecimentos recebem orientação técnica; 69,93% contam com energia elétrica; 17,80% utilizam adubações e corretivos do solo; 27,36% aplicam agrotóxicos; 5,86% têm tratores; 2,06% possuem semeadeiras; 0,88% dispõem de colheitadeiras; 11,99% obtiveram financiamento; o valor da produção (mil reais) por AE apresentou um valor de 0,73; e as despesas totais (mil reais) por AE foram de 0,50.

4.1.2 Nível de modernização agrícola dos municípios do MATOPIBA

O nível de modernização agrícola dos municípios do MATOPIBA pode ser visualizado na figura 3, em que foram classificados nos graus alto (municípios com valores maior que 39,61%), médio (entre 39,61% e 25,05%) e baixo (abaixo de 25,05%), tendo em vista a média (25,05%) e o desvio-padrão (14,56%) do IMA. No nível alto, está a menor quantidade de municípios, ou seja, somente 41 dos 337 que formam a região, que, em termos relativos, equivale a apenas 12,17% deles, sendo a maioria situada no Tocantins (22 municípios), seguido do Maranhão (13), Bahia (5) e Piauí (somente um). No grau médio, por sua vez, ficaram 29,67% dos municípios, estando 60 no Tocantins, 30 no Maranhão, 5 na Bahia e 5 no Piauí. Enquanto no nível baixo encontram-se a maior parte dos municípios, 58,16% deles, sendo 92 do Maranhão, 57 do Tocantins, 27 do Piauí e 20 da Bahia.

Figura 3 - Grau de modernização agrícola dos municípios do MATOPIBA



Fonte: Elaboração própria no *software* R (2021).

Como já observado, a partir da descrição dos indicadores que medem a modernização agrícola no MATOPIBA, depreende-se que a região não pode ser caracterizada como moderna em sua totalidade, uma vez que a maioria dos seus municípios ocupam posições que indicam baixa modernização. Beckmann e Santana (2019) já indicavam esse resultado para esta extensão geográfica, em um estudo realizado com dados de 2006 e considerando suas microrregiões, apontando que todas possuíam níveis de modernização entre baixo e intermediário, com nenhuma apresentando um grau alto. Ademais, é enfatizado que, mesmo com seu avanço de território, produção de importantes culturas para o Brasil, como a soja, o milho e o algodão, e empregando tecnologias sofisticadas, a região ainda não pode ser considerada como moderna em termos de utilização de aparatos técnicos na agricultura, a exemplo dos tratores, semeadeiras, plantadeiras, uso de agrotóxico, adubações, corretivos do solo, dentre outros, que classificam um espaço como modernizado.

A modernização deste segmento apresenta um caráter multidimensional e pode ser evidenciada a partir da produtividade da terra e do trabalho, como também da utilização intensiva de ferramentas tecnológicas modernas, a exemplo das máquinas, adubos químicos, fertilizantes, controle de pragas, financiamentos e assistência técnica (FERREIRA JÚNIOR; BAPTISTA; LIMA, 2004; SILVA; FERNANDES, 2005). O desenvolvimento de inovações e a criação de novas tecnologias já estão inseridas na realidade atual da sociedade, instrumentos que precisam ser incorporados na região. Esse avanço possibilitou a transição de práticas rudimentares para aquelas progressivamente mais modernas, que passaram a integrar, cada vez mais, todas as atividades econômicas existentes, garantindo uma maior eficiência das mesmas (PINTO; CORONEL, 2015).

5 Considerações finais

O MATOPIBA começou a ganhar importância como a última fronteira agrícola do Brasil nas últimas décadas. Sua delimitação territorial foi executada com o intuito de demarcar uma região que possui uma alta capacidade de crescimento agrícola. Essa extensão geográfica apresenta um bom dinamismo e possibilidade de desenvolvimento associado ao uso e posse das terras, através da substituição de pastagens em grandes faixas de cerrados por uma agricultura modernizada. O seu avanço tem acarretado a atração de uma série de investimentos internos e externos, que permitiu melhoria na infraestrutura, facilitando o escoamento das safras. Além disso, tem-se neste espaço a expansão do agronegócio gerador de emprego e renda.

Dessa forma, a modernização agrícola está relacionada com a introdução de aparatos tecnológicos e insumos modernos no campo, como a maior utilização de tratores, colheitadeiras, semeadeiras, fertilizantes e adubações, possibilitando a ocorrência de transformações técnicas na produção. Ao fazer uma análise desse processo para o MATOPIBA, foi possível perceber que a região ainda não pode ser classificada como possuindo uma agricultura altamente modernizada, uma vez que não existe o uso acentuado de ferramentas e matérias-primas modernas nos estabelecimentos agropecuários de cada município. Ademais, quase 60% dos municípios foram classificados no grau baixo de modernização agrícola, de acordo com a metodologia de classificação empregada e considerando o índice proposto.

Pela Análise Fatorial, observou-se que foram extraídos sete fatores, que explicam 81,8% da variância total dos dados originais, nomeados, respectivamente, de intensivo em capitalização da atividade agrícola, intensivo em exploração do fator terra, intensivo em máquinas e implementos agrícolas tradicionais, intensivo em relação capital-trabalho e práticas extensionistas, intensivo em utilização de agrotóxicos na atividade agrícola, intensivo em tecnologia por terra explorada, e intensivo em capitalização em relação a mão de obra e aspecto de infraestrutura. Com base no IMA, tem-se que os maiores resultados foram encontrados nos estados do Maranhão e Tocantins.

Para trabalhos futuros, recomenda-se que os mesmos possam considerar variáveis ambientais dentro desse processo, incluindo indicadores que captem também efeitos e impactos sobre o meio ambiente. Ainda, recomenda-se a adoção de políticas públicas que possam promover a modernização desse segmento na região, uma vez que a mesma

desempenha um importante papel no cenário do agronegócio, relevante para o crescimento econômico dos seus municípios.

Referências

ALENCAR, J. J. de; SILVA, R. G. da. Política agrícola e modernização - Rondônia e Acre em evidência. **Revista de Política Agrícola**, [S.l.], v. 20, n. 3, p. 5-18, jul./ago./set. 2011.

ARAUJO, W. O. de; COELHO, C. J. **Análise de Componentes Principais (PCA)**. Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, 2009. Disponível em: <http://www.unievangelica.edu.br/gc/imagens/file/mestrados/artigos/RTINF_003092.pdf>. Acesso em: 12 out. 2019.

BECKMANN, E.; SANTANA, A. C. de. Modernização da agricultura na nova fronteira agrícola do Brasil: MAPITOBA e Sudeste do Pará. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 12, n. 1, p. 81-102, 2019.

BELCHIOR, E. B.; ALCÂNTARA, P. H. R.; BARBOSA, C. F. **Perspectivas e desafios para a região do MATOPIBA**. 16. ed. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2017. 3 p. (Fronteira Agrícola - Informativo Técnico).

BELFIORE, P. P.; FÁVERO, L. P. L.; ANGELO, C. F. de. Análise multivariada para avaliação do comportamento de grupos supermercadistas brasileiros. **Revista Administração em Diálogo**, São Paulo, v.7, n. 1, p. 53-75, 2005.

BISPO, N. G. **Uma análise estrutural e regional de culturas agrícolas por mesorregiões do estado da Bahia entre 2001 e 2010 com base no modelo shift and share**. 2012. 186 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

BORGES, R. C.; BENEDICTO, G. C.; CARVALHO, F. de M. Utilização da Análise Fatorial para identificação dos principais indicadores de avaliação de desempenho econômico-financeiro em cooperativas de crédito rural de Minas Gerais. **Revista Organizações Rurais e Agroindustriais**, Lavras, v. 16, n. 4, p. 466-480, 2014.

BRAGANÇA, A. **Expansão da produção agrícola no MATOPIBA: consequências para a economia local**. In: INPUT Brasil. Rio de Janeiro: INPUT, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diário Oficial da União – Seção 1**. Brasília: MAPA, 2015, 336p.

BRUGNERA, J. V.; DALCHIAVON, F. C. Modal ferroviário e transporte de soja no MATOPIBA. **Revista IPecege**, Piracicaba, v. 3, n. 4, p. 48-56, 2017.

BRUM, A. J. **Modernização da agricultura: trigo e soja**. Petrópolis: Vozes, 1988.

CHAO LI, S. *et al.* **Analysis of main indexes of agricultural modernization in Shanxi Province.** In: EDP Sciences, v. 131, 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Perspectivas para a agropecuária.** Brasília: CONAB, 2018.

COSTA, C. C. de M. *et al.* Modernização agropecuária e desempenho relativo dos estados brasileiros. **Revista Agroalimentaria**, Mérida, v. 18, n. 34, p. 43-56, jan./jun. 2012.

DELGADO, G. C. Expansão e modernização do setor agropecuário no pós-guerra: um estudo da reflexão agrária. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v. 15, n. 43, p. 157-172, set./dez. 2001.

EGGER, D. Transformações socioespaciais no meio rural fluminense: continuidades e rupturas. **Revista de Geografia**, Recife, v. 27, n. 1, p. 6-25, jan./abr. 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **MATOPIBA.** Campinas: GITE, 2015a.

_____. **Caracterização territorial estratégica do MATOPIBA.** Campinas: GITE, 2015b.

_____. **MATOPIBA – Caracterização, agendas e agência.** Campinas: GITE, 2015c.

FÁVERO, L. P. *et al.* **Análise de dados:** modelagem multivariada para tomada de decisões. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FERNANDES NETO, A. P. Uma análise comparativa para o gerenciamento da rotatividade do cliente de telefonia banda larga utilizando técnicas multivariadas dependentes versus independentes. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA REGIÃO NORDESTE, 6., 2011, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UFCG, 2011.

FERREIRA JÚNIOR, S.; BAPTISTA, A. J. M. dos S.; LIMA, J. E. de. A modernização agropecuária nas microrregiões do estado de Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 01, p. 73-89, jan./mar. 2004.

FERREIRA, P. A. B.; BARBOSA, D. de A.; SOUSA, E. P. de. Índice de modernização agrícola nos agropolos cearenses. **Revista Ciências Administrativas**, Fortaleza, v. 17, n. 2, p. 427-446, maio/ago. 2011.

FIAN INTERNACIONAL *et al.* **Os custos ambientais e humanos do negócio de terras:** o caso do MATOPIBA, Brasil. 2018. Disponível em: <<https://fase.org.br/wp-content/uploads/2018/08/Os-Custos-Ambientais-e-Humanos-do-Nego%CC%81cio-de-Terras-.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2020.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. da. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. **Revista Opinião Pública**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 160-185, 2010.

GASTAL, M. L. **Mudança tecnológica, modernização da agricultura ou desenvolvimento rural?** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997.

GONZALEZ, B. C. de R.; COSTA, S. M. A. L. Agricultura brasileira: modernização e desempenho. **Revista Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v. 5, n. 10, p. 7-35, maio 1998.

GRAZIANO DA SILVA, J. **A nova dinâmica da agricultura brasileira**. 2. ed. São Paulo: UNICAMP, 1998.

GRAZIANO DA SILVA, J.; KAGEYAMA, A. A. Emprego e relações de trabalho na agricultura brasileira: uma análise dos dados censitários de 1960, 1970 e 1975. **Revista Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 235-266, abr. 1983.

GUEDES, H. A. S. *et al.* Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 5, p. 558-563, 2012.

HAIR, J. F. *et al.* **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman Companhia Editorial, 2005.

_____. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman Companhia Editorial, 2009.

HOFFMAN, R. A dinâmica da modernização da agricultura em 157 microrregiões homogêneas do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 271-290, out./dez. 1992.

IRMÃO, L. C. Modernização agrícola na região Norte: comparativo dos censos de 1995 e 2005. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 63, n. 1, p. 57-74, jan./jun. 2016.

KAGEYAMA, A. **O novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos complexos agroindustriais**. Campinas: UNICAMP, 1997.

LAVORATO, M. P.; FERNANDES, E. A. Índice de Modernização Agrícola dos municípios da região Centro-Oeste do Brasil. **Revista de Economia do Centro-Oeste**, Goiânia, v. 2, n. 2, p. 2-18, 2016.

LIRA, J. S. de; LEMOS, J. de J. S.; LIMA, P. V. P. S. Capacidade de recuperação da agricultura familiar do Nordeste brasileiro: uma análise para o período 1990-2012. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 47, n. 4, p. 107-121, out./dez. 2016.

- LOBÃO, M. S. P. Notas sobre a economia rural da Região Norte brasileira. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, Salvador, v. 3, n. 41, p. 199-224, dez. 2018.
- LOBÃO, M. S. P. *et al.* Modernização agrícola do Paraná. **Revista de Política Agrícola**, [S.l.], v. 25, n. 3, p. 21-35, jul./ago./set. 2016.
- LOBÃO, M. S. P. Meio rural, agropecuária e modernização agrícola: uma discussão teórica. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, [S.l.], jul. 2018.
- MADEIRA, S. A. **Análise da modernização agrícola cearense no período de 1996 e 2006**. 2012. 93 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- MADEIRA, S. A. *et al.* Análise da modernização agrícola cearense no período de 1996 e 2006. **Revista Geosul**, Florianópolis, v. 34, n. 72, p. 307-334, maio/ago. 2019.
- MANGABEIRA, J. A. de C.; MAGALHÃES, L. A.; DALTIO, J. **MATOPIBA**: quadro socioeconômico. Campinas: EMBRAPA, 2015.
- MARÔCO, J. **Análise estatística com utilização do SPSS**. 3. ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2007.
- MATOS, P. F.; PESSÔA, V. L. S. A modernização da agricultura no Brasil e os novos usos do território. **Revista Geo UERJ**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 22, p. 290-322, 2011.
- MEDEIROS, E. R. de *et al.* Fatores da modernização agrícola no Paraná para os anos de 1995 e 2006. **Revista do Desenvolvimento Regional**, Santa Cruz do Sul, v. 20, n. 2, p. 400-425, maio/ago. 2015.
- MELO, C. O. de; PARRÉ, J. L. Índice de desenvolvimento rural dos municípios paranaenses: determinantes e hierarquização. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 45, n. 02, p. 329-365, abr./jun. 2007.
- MIRANDA, E. E. de; MAGALHÃES, L. A.; CARVALHO, C. A. de. **Proposta de delimitação territorial do MATOPIBA**. Brasília: EMBRAPA, 2014.
- MORAIS, G. A. de S.; SOBREIRA, D. B.; LIMA, J. E. de. Padrão e determinantes da infraestrutura urbana das microrregiões brasileiras. **Revista Geosul**, Florianópolis, v. 33, n. 66, p. 262-291, jan./abr. 2018.
- MOURA, Y. R. da S.; GOMES, O. P.; BARROS, F. L. A. Análise tecnológica no uso da água do Rio Cariús para a agricultura irrigada do município de Cariús - CE. In: LATIN AMERICAN AND CARIBBEAN REGIONAL SCIENCE ASSOCIATION CONGRESS e ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS, 1. e 15., 2017, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2017.

MUNIZ, H. M. C.; ROSA, M. D. Desdobramentos da modernização da agricultura no estado do Paraná (Brasil). In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 10., 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2005.

NUNES, S. P. **O desenvolvimento da agricultura brasileira e mundial e a ideia de Desenvolvimento Rural**. In: Boletim eletrônico. Curitiba: DESER, 2007.

PEREIRA, C. N. **Estrutura agrária no MATOPIBA**: apontamentos a partir do Censo Agropecuário de 2017. In: Boletim regional, urbano e ambiental. Brasília: IPEA, 2019.

PEREIRA, C. N.; CASTRO, C. N. de; PORCIONATO, G. L. Expansão da agricultura no MATOPIBA e impactos na infraestrutura regional. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 65, n. 1, p. 15-33, jan./jun. 2018.

PEREIRA, C. N.; PORCIONATO, G. L.; CASTRO, C. N. de. **Aspectos socioeconômicos da região do MATOPIBA**. Brasília: IPEA, 2018.

PINTO, N. G. M.; CORONEL, D. A. Modernização agrícola no Rio Grande do Sul: um estudo nos municípios e mesorregiões. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 36, n. 128, p. 167-182, jan./jun. 2015.

PIRES, M. J. de S. **Contradições em processo**: um estudo da estrutura e evolução do PRONAF de 2000 a 2010. Brasília: IPEA, 2013. (Texto para Discussão, n. 1914).

PITTA, F. T.; VEGA, G. C. **Impactos da expansão do agronegócio no MATOPIBA**: comunidades e meio ambiente. Rio de Janeiro: Mórula, 2017.

PORCIONATO, G. L.; CASTRO, C. N. de; PEREIRA, C. N. **Aspectos sociais do MATOPIBA**: análise sobre o desenvolvimento humano e a vulnerabilidade social. Brasília: IPEA, 2018. (Texto para Discussão, n. 2387).

ROSSONI, R. A. *et al.* A modernização da agricultura do Paraná. **Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia (ANPEGE)**, [S.l.], v. 14, n. 25, p. 71-102, ago./out. 2018.

SANTANA, A. C. **Elementos de economia, agronegócio e desenvolvimento local**. Belém, PA: UFRA, 2005. 206p. Cap. 6.

SANTOS, C. A. P. dos; SANO, E. E.; SANTOS, P. S. Formação do Índice de Modernização da fronteira agrícola - Oeste da Bahia. **Revista Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 32, p. 1-17, jan./jun. 2018.

SANTOS, C. C. M. dos. MATOPIBA: uma nova fronteira agrícola ou um reordenamento geográfico do agronegócio e dos espaços produtivos de “cerrados”? **Revista Cadernos do CEAS**, Salvador, n. 245, p. 570-600, set./dez. 2018.

SANTOS, R. A. Território e modernização da agricultura no Sudoeste do Paraná. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá, v. 10, n. 118, p. 114-122, mar. 2011.

SEPULCRI, O.; PAULA, N. de. **A evolução da agricultura e seus reflexos na EMATER**. In: Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico. Curitiba: UFPR, 2005.

SHIKIDA, P. F. A. Desenvolvimento socioeconômico e agroindústria canavieira no Paraná. **Revista de Política Agrícola**, [S.l.], v. 19, n. 3, p. 67-82, jul./ago./set. 2010.

SILVA, R. G. da; FERNANDES, E. A. Índice Relativo de Modernização Agrícola na região Norte. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 3, n. 1, p. 29-50, 2005.

SOGLIO, F. K. D. **Agricultura moderna e o mito da produtividade**. In: Desenvolvimento, agricultura e sustentabilidade / Fábio Dal Soglio e Rumi Regina Kubo (orgs) – Porto Alegre: UFRGS, 2016. 206 p.

SOUZA, P. M. de *et al.* Padrão de desenvolvimento tecnológico dos municípios das regiões Norte e Noroeste do Rio de Janeiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 47, n. 4, p. 945-969, out./dez. 2009.

SOUZA, P. M. de; LIMA, J. E. de. Intensidade e dinâmica da modernização agrícola no Brasil e nas Unidades da Federação. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 4, p. 795-824, out./dez. 2003.

SOUZA, R. F.; KHAN, A. S. A modernização da agricultura, classificação dos municípios e concentração da terra no estado do Maranhão. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 32, n. 1 p. 96-111, jan./mar. 2001.

TEIXEIRA, J. C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Três Lagoas, v. 2, n. 2, p. 21-42, set. 2005.

XAVIER, G. L. MATOPIBA: a ocupação da nova fronteira agrícola nos quadros do padrão exportador de especialização produtiva. **Revista Franco-brasileira de Geografia**, [S.l.], n. 39, p. 1-19, 2019.

XERXENEVSKY L. L.; FOCHEZATTO, A. Índice relativo de desenvolvimento socioeconômico dos municípios do litoral norte do Rio Grande do Sul: uma aplicação da análise fatorial. **Boletim Geográfico do Rio Grande Do Sul**, Porto Alegre, n. 25, p. 31-55, 2015.