

Uma análise multidimensional do desenvolvimento rural no MATOPIBA brasileiro

A multidimensional analysis of rural development in Brazilian MATOPIBA

José Ediglê Alcantara Moura¹, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1285-7717>; Kilmer Coelho Campos², ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7752-2542>

1. Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará – PPGER/UFC. (Universidade Federal do Ceará - Fortaleza - CE – Brasil). E-mail: edigle.economia@gmail.com

2. Professor Associado III do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará e Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa. (Universidade Federal do Ceará - Fortaleza - CE – Brasil). E-mail: kilmer@ufc.br

Resumo

Em face da relevância do setor agrícola brasileiro na geração de empregos, renda e divisas, faz-se pertinente um estudo potencial sobre o desenvolvimento rural nos cerrados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (MATOPIBA). Assim, este estudo se propõe identificar qual conjunto de variáveis melhor diferenciam os grupos de municípios do MATOPIBA em relação ao desenvolvimento rural. Especificamente, pretende-se analisar os fatores determinantes do desenvolvimento rural; agrupar os municípios, segundo nível de desenvolvimento rural e classificar esses municípios em estratos previamente definidos. Para cumprir os objetivos propostos foram utilizadas as técnicas de análise fatorial, *clusters* e análise de discriminante. Os resultados revelaram uma expressiva heterogeneidade no desenvolvimento rural, com parcela minoritária de municípios que obtiveram escore fatorial expressivo na dimensão referente à *sustentabilidade agrícola*. Dentre o conjunto de variáveis consideradas, as alocadas no fator denominado *intensivo de conhecimento* são as que melhor diferenciam os grupos. **Palavras-chave:** desenvolvimento rural; análise estatística multivariada; municípios do MATOPIBA.

Abstract

In view of the Brazilian agricultural industry in generating jobs, income and foreign exchange, a potential study on rural development in the Cerrado of Maranhão, Tocantins, Piauí and Bahia (MATOPIBA) is pertinent. Thus, this study aims to identify which set of variables better differentiate the groups of municipalities in MATOPIBA, in relation to rural development. Specifically, it is intended to analyze the determining factors of rural development; group the municipalities according to level of rural development and classify these municipalities into defined strata. To meet the proposed objectives, factor analysis techniques, clusters and discriminant analysis were used. The results revealed an expressive heterogeneity in rural development, with a minority portion of the municipalities that obtained an expressive factorial score in the dimension referring to agricultural sustainability. Among the set of variables studied, those allocated to the factor called knowledge intensive are the ones that best differentiate the groups.

Keywords: rural development; multivariate statistical analysis; municipalities of MATOPIBA.

Citation: MOURA, J.E.A.; CAMPOS, K.C. Uma análise multidimensional do desenvolvimento rural no MATOPIBA brasileiro. *Gestão & Regionalidade*, v.39, e20237963, 2023. DOI <https://doi.org/10.13037/gr.vol39.e20237963>

INTRODUÇÃO

As ações do II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), na década de 1970, orientaram a atenuação das desigualdades regionais, promovendo a relativa desconcentração da atividade econômica do Sul/Sudeste em direção a periferia nacional (Norte e Nordeste),

Gestão & Regionalidade | v.39 | e20237963 | jan.-dec. | 2023. <https://doi.org/10.13037/gr.vol39.e20237963>



Copyright: © 2023, the authors. Licensed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives License 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

conforme destaca Lima Júnior (2014). Em razão do exposto, a partir de 1980, vislumbram-se “ilhas de prosperidade” em áreas periféricas do país (PACHECO, 1998). Tal cenário, orientado pela reestruturação produtiva, exacerbou a combinação de uso de insumos químicos industrializados, maquinários para produção e tratamentos culturais, em direção aos cerrados do Centro-Oeste e Nordeste brasileiro (CANO, 2011).

Nesse sentido, o desempenho favorável das *commodities* na primeira década do século XXI impulsionou a expansão e posteriormente incorporação da fronteira agrícola brasileira que compreende os cerrados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (MATOPIBA). Em razão do exposto, essas áreas abarcam significativamente a produção de grãos, sob a óptica das vantagens competitivas, como relevo suave, clima favorável, disponibilidade hídrica, além de máquinas e implementos agrícolas (EMBRAPA, 2020; PEREIRA; CASTRO; PORCIONATO, 2018).

Dados do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED, 2020) para 2017 evidenciam que as macrorregiões Sul, Sudeste e Centro-oeste brasileiro obtiveram, respectivamente, um acumulado de postos de trabalho, em termos absolutos, de -44, +450 e +3.595, concernentes ao cultivo de soja, milho e algodão herbáceo. Sob esse aspecto, a Região do MATOPIBA gerou 1.448 vagas formais de trabalho, ficando atrás somente do Centro-Oeste brasileiro. Não obstante, em 2010, a média nacional do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) registrou 0,73, contra 0,64, no MATOPIBA (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2021).

A visão do desenvolvimento rural associada apenas à percepção de desenvolvimento agrícola devido ao fato de que as proposições do modelo adotado têm elevado fortemente a produção agrícola, porém não resolvem sistematicamente os gargalos nas áreas rurais e nem geram um padrão de vida que atendam às necessidades dos que vivem no campo (MATTEI, 2013; FEIJÓ, 2011). Sob esse arcabouço, Pinto e Coronel (2016) e Moura e Sousa (2020) complementam tais considerações, afirmando que o desenvolvimento rural está fortemente associado às condições de vida do contingente humano alocado no meio rural.

Considerando a relevância desse recorte geográfico, uma série de estudos recentes direcionados ao MATOPIBA vem sendo desenvolvidos (RIBEIRO *et al.*, 2020; BUAINAIN; GARCIA; VIEIRA FILHO, 2018; BRAGANÇA, 2018; VIEIRA; FISHLOW, 2017), entre outros. Entretanto, detectou-se a ausência de trabalhos com ênfase em desenvolvimento rural nessas áreas à luz de uma abordagem multidimensional, sendo relevante um estudo potencial nesse sentido, tendo em vista que, segundo o IBGE (2020b), esse recorte espacial congrega 77,10%, 39,19% e 28,78%, respectivamente, dos empregos do setor agropecuário, em relação às macrorregiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, além de contemplar 6,86% da população rural brasileira (DATASUS, 2020).

Com efeito, vale a noção de que a principal contribuição deste artigo em relação à literatura econômica se reporta ao recorte geográfico, além da abordagem do desenvolvimento rural alicerçado empiricamente, de maneira majoritária, no Censo Agropecuário de 2017, a base de dados mais recente e completa concernente aos estudos agrícolas brasileiros.

Diante de tal contexto, este trabalho se fundamenta nas seguintes questões: Qual o conjunto de variáveis melhor diferenciam os grupos de municípios do MATOPIBA brasileiro em relação ao desenvolvimento rural? Quais os fatores determinantes do desenvolvimento rural no MATOPIBA?

Em face dessas considerações, o objetivo principal deste artigo é identificar qual conjunto de variáveis melhor diferenciam os grupos de municípios do MATOPIBA em relação ao desenvolvimento rural. Especificamente, pretende-se analisar os fatores determinantes do desenvolvimento rural no MATOPIBA; agrupar estes municípios, segundo nível de desenvolvimento rural; e classificar estes municípios em estratos previamente definidos. Sob



tal proposição, essas análises se revestem de importância, na medida em que são essenciais para o planejamento público e elaboração de medidas de políticas públicas voltadas à população que se encontra à margem do desenvolvimento rural.

Além dessa introdução, apresenta-se, na segunda seção, os estudos empíricos nacionais realizados sobre essa temática. Na terceira, descrevem-se a área de estudo, base de dados e variáveis consideradas, e as estratégias empíricas adotadas. Na quarta, expõem-se os resultados e discussão. Por último, são mostradas as considerações finais.

REVISÃO DE LITERATURA

Desenvolvimento rural: evidências teóricas e aplicações empíricas

O debate a respeito da definição do desenvolvimento é praticamente inesgotável. Múltiplos fatores contribuem para o processo de desenvolvimento das áreas rurais, podendo destacar o maior acesso à educação, com o intuito de elevar a renda e diminuir a pobreza; a diversificação da agricultura, proporcionando um maior desenvolvimento nas áreas rurais; além do conjunto de instituições bem alicerçadas, permitindo uma valorização do território (VEIGA, 2002).

Nesse sentido, o desenvolvimento não pode ser tratado apenas pela dimensão econômica, devido às suas múltiplas dimensões abordadas, compreendendo as transformações socioeconômicas, tecnológicas, distributivas etc. (KAGEYAMA, 2008). À luz das lições de Kageyama (2008), existe um relativo consenso na literatura que o desenvolvimento rural contempla múltiplos fatores determinantes, classificando-se como um fenômeno multidimensional. Nesse aspecto, o desenvolvimento rural é visto como um processo que envolve as dimensões econômica, social, demográfica e ambiental e não apenas como um processo de crescimento econômico medido unicamente pelo produto ou renda (GRISA; SCHNEIDER, 2015).

O desenvolvimento rural pode ser entendido também como um processo de múltiplas ações articuladas com o objetivo de proporcionar mudanças sociais, econômicas, institucionais e ambientais no espaço rural para melhorar aspectos da população rural, como a renda, a qualidade de vida e o bem-estar social (NAVARRO, 2001). Além disso, pode ser visto como uma combinação de forças externas e internas nos quais estão envolvidos tanto os atores das regiões rurais como as redes locais e externas das regiões (KAGEYAMA, 2004). Em face dessas considerações, a literatura econômica referente ao desenvolvimento rural demonstra que os autores tratam dessa temática em múltiplos recortes geográficos. Dentre esses, destacam-se os trabalhos em níveis regionais, Polastrini, Martins e Tredezini (2015) centram a discussão nas regiões Nordeste e Centro-Oeste. No caso das mesorregiões, Fortini, Silveira e Moreira (2016) e Bittencourt e Lima (2014) trabalham com uma amostra das mesorregiões mineiras, enquanto Pinto e Coronel (2016) analisam todas as mesorregiões gaúchas. Em termos de municípios, notadamente do Centro-Sul, tem-se os estudos de Santos, Ferreira e Salgado (2017) para Minas Gerais; Beghini e Almeida (2016) para Santa Catarina. Em relação ao Nordeste, o estudo de Moura e Sousa (2020) consideram uma amostra de municípios cearenses e pernambucanos.

Polastrini, Martins e Tredezini (2015) analisaram o Índice de Desenvolvimento Rural (IDR) dos Consórcios de Segurança Alimentar e Desenvolvimento Local (CONSAD) das regiões Centro-Oeste e Nordeste. Os resultados mostraram, que, dos 12 CONSADS analisados



da Região Nordeste, apenas dois estão na categoria alta, o de Itaparica do Pernambuco que obteve maior renda domiciliar, e o Sertão do São Francisco em Sergipe, que se destacou pela proporção de domicílios rurais com infraestrutura de acesso à água. Somente um CONSAD está na categoria média, que é Baturité no Ceará, no qual apresentou melhor média de anos de estudos na proporção de crianças de 7 a 14 anos na escola, enquanto os demais estão na categoria baixa. Para a região Centro-Oeste, dos cinco CONSADS estudados, três pertencentes ao estado de Mato Grosso do Sul estão classificados na categoria média, e o restante está identificado como alta.

Para as mesorregiões Norte e Jequitinhonha no estado de Minas Gerais, Fortini, Silveira e Moreira (2016) revelaram disparidades das condições em que o desenvolvimento rural se encontra nas mesorregiões estudadas, sendo que as condições socioeconômicas e climáticas, além da permanência de um modelo agrícola de produção de subsistência, interferiram no desenvolvimento rural das mesorregiões.

Bittencourt e Lima (2014) constataram, mediante análise fatorial, que 53,03% dos municípios estão em situação de baixo nível de desenvolvimento rural, convergindo com as concepções de Kageyama (2004) ao afirmar que o processo de modernização agrícola nos moldes da reestruturação produtiva alcançou elevada produtividade do setor agrícola, porém não foi acompanhada pela melhoria do padrão de vida da população rural.

Para as mesorregiões do Rio Grande do Sul, Pinto e Coronel (2016) mensuraram o desenvolvimento rural nos anos de 2000 e 2010. A partir desse estudo, perceberam que existem padrões divergentes de desenvolvimento rural dentro do território gaúcho. As mesorregiões que obtiveram maiores médias no nível de desenvolvimento rural foram Nordeste, Noroeste e Centro Oriental, em que destacaram nos fatores referentes às condições de moradia e escolaridade rural no nível básico. Em contrapartida, a Ocidental, Sudeste, Sudoeste e Metropolitana obtiveram os menores indicadores.

Em termos municipais, Santos, Ferreira e Salgado (2017) investigaram os principais fatores determinantes do desenvolvimento rural nos municípios de Minas Gerais. Os resultados reforçam a importância dos fatores social, investimento público setorial, aspectos político-demográficos, políticas públicas para a agricultura familiar, condições da atividade agropecuária e ambientais. Do total de 853 municípios, 31,30% encontram em situações muito favoráveis ou favoráveis de desenvolvimento rural, ao passo que 68,70% dos municípios foram congregados nas classes muito desfavoráveis e desfavoráveis em relação a essa tipologia.

Begnini e Almeida (2016) aferiram o desenvolvimento rural dos 293 municípios de Santa Catarina para o ano de 2010. Os principais determinantes para o desenvolvimento rural foram a utilização de energia elétrica, as técnicas de irrigação e a educação rural.

Nessa perspectiva, Moura e Sousa (2020) constataram que os determinantes do desenvolvimento rural nos municípios cearenses e pernambucanos se referem às dimensões: socioeconômica, demográfica e ambiental. Não obstante, aferiram que a população rural é uma variável estratégica para o estudo deste fenômeno de caráter multidimensional.

Conforme se observa na revisão de literatura, embora exista uma ampla discussão a respeito do desenvolvimento rural no Brasil, não foram encontrados estudos empíricos dessa natureza nos municípios do MATOPIBA, além de não debruçarem nas técnicas de análise fatorial, *cluster* e discriminante, em conjunto, tampouco utilizaram majoritariamente o Censo Agropecuário de 2017. Portanto, este trabalho contribui com a literatura, ao proporcionar um



estudo potencial nesse sentido, com adoção de três métodos analíticos multivariados, arrojados em uma base de dados relativamente recente.

METODOLOGIA

Esta seção destina-se à descrição da metodologia aplicada neste trabalho. Assim sendo, apresentam-se a base de dados e variáveis, além da explicitação das estratégias empíricas adotadas.

Base de dados e descrição das variáveis

Partindo do pressuposto que o desenvolvimento rural possui caráter multidimensional, foram selecionadas variáveis¹ que contemplem as dimensões inerentes ao uso intensivo de conhecimento no meio agrícola, uso intensivo de capital e mão de obra, além do uso intensivo da sustentabilidade agrícola (Quadro 1).

Nesse sentido, no Quadro 1 encontram-se as variáveis ponderadas pela população rural municipal, com base nas proposições de Kageyama (2004), que considera o desenvolvimento rural associado ao dinamismo populacional, uma vez que, um acréscimo no contingente populacional, aumenta a capacidade da área rural em reter a população. Não obstante, as variáveis podem considerar valores extremos, pois se tratam de médias, constituindo uma possível limitação. Ademais, estas variáveis funcionam como *proxies* para mensuração do desenvolvimento rural.

Quadro 1 - Variáveis e fontes de dados para operacionalização do método multivariado de análise fatorial

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO	FONTES	ESTUDOS FUNDAMENTADOS
V1	Número de estabelecimentos agropecuários que utilizam energia elétrica <i>per capita</i>	Censo Agropecuário de 2017 do IBGE	Bittencourt e Lima (2014)
V2	Número de estabelecimentos agropecuários que contraíram orientação técnica <i>per capita</i>	Censo Agropecuário de 2017 do IBGE	Santos, Ferreira e Salgado (2017)
V3	Número de estabelecimentos agropecuários com recursos hídricos <i>per capita</i>	Censo Agropecuário de 2017 do IBGE	Rodrigues <i>et al.</i> (2018)
V4	Número de máquinas, tratores e implementos agrícolas nos estabelecimentos agropecuários <i>per capita</i>	Censo Agropecuário de 2017 do IBGE	Begnini e Almeida (2016); Alves (2012)
V5	Número de estabelecimentos agropecuários que utilizam rotação de culturas <i>per capita</i>	Censo Agropecuário de 2017 do IBGE	Kageyama (2004)
V6	Número de estabelecimentos agropecuários que utilizam calcário e/ou outros corretivos de pH do solo <i>per capita</i>	Censo Agropecuário de 2017 do IBGE	Polastrini, Martins e Tredezini (2015)
V7	Número de estabelecimentos agropecuários que utilizam preparação do solo <i>per capita</i>	Censo Agropecuário de 2017 do IBGE	Moura e Sousa (2020); Pinto e Coronel (2016)
V8	Número de estabelecimentos agropecuários que contraíram financiamentos <i>per capita</i>	Censo Agropecuário de 2017 do IBGE	Pinto e Coronel (2016); Stege (2011)
V9	Despesas com insumos animais e vegetais nos estabelecimentos agropecuários <i>per capita</i>	Censo Agropecuário de 2017 do IBGE	Santos, Ferreira e Salgado (2017)

¹ Além dessas trabalhadas neste estudo, testaram-se ainda o número de estabelecimentos agropecuários que utilizam adubação *per capita*, o número de estabelecimentos agropecuários que utilizam irrigação *per capita* e número de estabelecimentos agropecuários com veículos *per capita*, porém tais variáveis não foram consideradas neste estudo por apresentarem baixas comunalidades após a operacionalização do método de análise fatorial.



V10	Número de estabelecimentos agropecuários em que o produtor possui até o ensino médio completo <i>per capita</i>	Censo Agropecuário de 2017 do IBGE	Bittencourt e Lima (2014)
V11	Número de vínculos formais de trabalho em 31/12/2017 <i>per capita</i>	Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)	Moura e Sousa (2020); Stege (2011)
V12	Salário nominal dos vínculos formais da agropecuária em 31/12/2017 <i>per capita</i>	Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)	Stege (2011)

Fonte: elaborado pelos autores, a partir dos dados do Censo Agropecuário de 2017 do IBGE e da Relação Anual de Informações Sociais. Nota: o termo *per capita* refere-se à população rural de cada município do MATOPIBA.

Estratégias Empíricas

Identificação dos fatores determinantes do desenvolvimento rural no MATOPIBA

Para cumprir o primeiro objetivo específico deste trabalho, que é identificar os fatores determinantes do desenvolvimento rural nos municípios do MATOPIBA foi utilizada a técnica estatística multivariada de análise fatorial exploratória em componentes principais. De acordo com Fávero *et al.* (2009), este instrumental consiste em sintetizar as relações entre variáveis com base em fatores comuns, isto é, reduzir um grande número de variáveis em fatores, facilitando, dessa forma, a interpretação dos dados. Assim, o modelo de análise fatorial pode ser expresso algebricamente:

$$X_i = \alpha_{i1}F_1 + \alpha_{i2}F_2 + \dots + \alpha_{im}F_m + \varepsilon_i \quad (1)$$

Em que: X_i = i -ésimo score da variável original; i = número de variáveis analisadas, sendo $i = 1, 2, \dots, p$; a_{ij} = carga fatorial i no fator j ; F_j = fator aleatório comum; j = número de fatores gerados, sendo $j = 1, 2, \dots, m$; ε_i = fatores específicos, componente aleatório específico para cada componente.

Para utilização da técnica multivariada de análise fatorial, conforme Fávero *et al.* (2009), é necessário que ela esteja adequada. Os principais procedimentos utilizados para verificar a adequação desta técnica se remetem a três testes.

- i*) Análise da matriz de correlações: a relação entre as variáveis será confirmada a partir do nível de significância dos coeficientes estimados ($p\text{-value} < 0,05$). A análise será iniciada com exame da matriz de correlações para verificação da existência de valores significativos que justifiquem a utilização da técnica.
- ii*) Teste de Esfericidade de Bartlett: esse procedimento testa se a matriz de correlações é uma matriz identidade com determinante igual a 01. Se essa hipótese não for rejeitada, a análise fatorial não pode ser utilizada.
- iii*) *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO): esta técnica serve para comparar as magnitudes dos coeficientes de correlações observados com as magnitudes dos coeficientes de correlações parciais. Portanto, representa uma medida de homogeneidade das variáveis, que compara as correlações parciais observadas entre as variáveis.

Ainda de acordo com Fávero *et al.* (2009), no tocante à classificação, quanto menor o valor do KMO, mais fraca será a relação entre as variáveis e os fatores, sendo que o índice poderá variar desde menor que (0,5), o que caracteriza como inaceitável a utilização da análise fatorial, até (1,0), sinalizando que os dados são passíveis à utilização da técnica. O número de fatores considerados baseou-se no critério da raiz latente. Para Fávero *et al.* (2009),



esse critério mostra que o número de fatores considerados está em função das raízes características que excedem à unidade, sendo que esses autovalores maiores do que um revelam a variância explicada por parte de cada fator.

Para a rotação dos fatores, utilizou-se o método *Varimax*, que objetiva maximizar a variação entre os pesos de cada componente principal, mantendo-se a ortogonalidade entre eles. Após a rotação ortogonal, calculou-se a matriz dos coeficientes fatoriais, obtida a partir do produto da matriz transposta das cargas fatoriais com a inversa da matriz de correlações simples entre as variáveis utilizadas no estudo (CARVALHO, 2013).

Agrupamento de municípios com características semelhantes no MATOPIBA

Após a aplicação da análise fatorial e de posse dos fatores extraídos, procedeu-se à aplicação da análise de *cluster*. Esse arcabouço designa o atendimento do segundo objetivo específico.

No que concerne este método analítico, Hair Júnior *et al.* (2005) salientam que essa é uma técnica estatística de interdependência que permite alocar objetos ou variáveis em grupos homogêneos em função do grau de similaridade entre os indivíduos, a partir de variáveis pré-determinadas.

Esta análise tem como objetivo dividir os elementos da amostra, ou população, em grupos de forma que os elementos pertencentes a um mesmo grupo sejam similares entre si com respeito às variáveis que neles foram medidas, e os elementos em grupos diferentes sejam heterogêneos em relação a estas mesmas características (HÄRDLE; SIMAR, 2015; MINGOTI, 2005).

Nesse estudo, utilizou-se a distância quadrática euclidiana, cuja distância entre duas observações (j e k) equivale à soma dos quadrados das diferenças entre j e k para todas as variáveis. Formalmente na equação (2):

$$d(X_j, X_k) = [\sum (X_{ij} - X_{ik})^2]^{1/2} \quad (2),$$

Neste método de distância, os dois elementos amostrais X_{ij} e X_{ik} ($j \neq k$) são comparados em cada nível pertencente ao vetor de observações. Estas medidas são de dissimilaridade e quanto menores seus valores, mais similares serão os elementos comparados (MINGOTI, 2005). Quanto ao método utilizado na pesquisa em questão, utiliza-se o procedimento não hierárquico de agrupamento ou *k-médias* (indicado quando o tamanho da amostra é superior a 50 elementos). Deve-se destacar que não existe critério preestabelecido para determinação do número de grupos, sendo necessário que o pesquisador especifique o número de *clusters* desejados (FÁVERO *et al.*, 2009).

Identificação das variáveis que melhor discriminam os grupos de municípios do MATOPIBA

Para atender o terceiro objetivo específico, que é classificar estes municípios em estratos previamente definidos será utilizado a Análise de Discriminante. Este método é expressivamente utilizado para diferenciar quais variáveis melhor diferenciam os grupos de um determinado fenômeno estudado, para tanto, será utilizado o procedimento simultâneo. Com a seleção das variáveis discriminantes (explicativas) para a formação dos grupos, passa-se à identificação das funções discriminantes (MINGOTI, 2005).

A vantagem deste instrumental analítico é que se apresenta menos afetada pelas desigualdades de covariância e mais robusta quando o pressuposto de normalidade das variáveis não é atingido (HAIR JÚNIOR *et al.*, 2005).



Esta técnica assemelha-se a análise de regressão em termos de objetivos e características e, desta forma, sua função geral pode ser representada por meio da seguinte equação linear (3):

$$Z_n = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n \quad (3),$$

em que:

Z: variável dependente;

α : intercepto;

X_i : variáveis explicativas;

β_i : coeficientes discriminantes para cada variável explicativa.

Na intelecção de Hair Júnior *et al.* (2005) torna-se essencial definir o tamanho correto da amostra que será estudada, uma vez que esta técnica é muito sensível à proporção do tamanho da amostra em relação ao número de variáveis preditoras. Portanto, não deve haver uma grande variabilidade de dimensões entre os grupos. Para este estudo, a variável dependente é composta por três grupos (definidos pela análise de *cluster*).

Para avaliar a adequação do método deve-se avaliar o pressuposto referente à existência de homogeneidade das matrizes de variância e covariância. Esse pressuposto é verificado por meio da estatística M de Box (*Box's M*), que permite avaliar uma das pressuposições da análise discriminante, que é a homogeneidade das matrizes de covariância, em cada um dos grupos, para cada uma das variáveis de estudo. Se ao realizar o teste, seu p-valor (sig.) for maior que o nível de significância, então a igualdade das matrizes encontra sustentação, se for menor a suposição é violada. Logo, o objetivo é não rejeitar a hipótese que as matrizes são homogêneas. Este teste supracitado pode ser sensível ao tamanho da amostra e o não atendimento da hipótese de distribuição normal multivariada.

Felizmente, a análise discriminante é uma técnica bastante robusta à violação destes pressupostos, desde que a dimensão do grupo seja superior ao número de variáveis em estudo e que as médias dos grupos não sejam proporcionais às suas variâncias, ou seja, caso a homogeneidade das matrizes seja violada, haverá um aumento da probabilidade de classificar observações no grupo que possuir maior dispersão (NÓBREGA, 2010).

O próximo teste de hipótese é o de Lambda de Wilk's, que segundo Maroco (2007) serve para testar a significância das funções discriminantes e é calculado a partir do determinante da matriz da soma dos quadrados e produtos cruzados dentro dos grupos; e do determinante da matriz da soma dos quadrados e produtos cruzados total. O objetivo do teste é não aceitar a H_0 , pois as médias devem ser significativamente diferentes para melhor discriminar os grupos.

Para a operacionalização das análises fatorial, *clusters* e discriminante foram utilizados o *software Statistical Package for Social Science* (SPSS 20.0).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do artigo são mostrados e discutidos nesta seção, sendo estruturada em três partes, em que se mostram os resultados concernentes à identificação dos fatores determinantes do desenvolvimento rural expostos na primeira parte; o agrupamento dos municípios e identificação das variáveis que melhor diferenciam os grupos, respectivamente, na segunda e terceira parte.

Identificação dos fatores determinantes do desenvolvimento rural



De acordo com o Quadro 2, a aplicação do método de análise fatorial requer que as variáveis sejam correlacionadas, isto é, aceite a hipótese alternativa de que a matriz de correlação não seja diagonal. Isso é confirmado pelo teste estatístico de esfericidade de Bartlett, já que seu valor obtido (3.875,76) foi significativo a 1% de probabilidade.

O teste *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) também tem sido empregado para verificar a adequabilidade dessa ferramenta analítica. Neste estudo, encontrou-se o valor de 0,84. Portanto, os dados são apropriados para a utilização desse método, tendo em vista que, conforme Fávero *et al.* (2009), valores acima de 0,5 corroboram a adequabilidade dos dados.

Quadro 2 - Testes de adequabilidade do modelo de análise fatorial

Testes	Recomendado pela literatura	Resultados obtidos
Checagem da matriz de correlações	Majoria das correlações acima de 0,30	Observa-se elevados coeficientes de correlação para a maioria dos pares de variáveis
<i>Kaiser-Mayer-Olkin</i> (KMO)	Aceitável acima de 0,50	0,84
Esfericidade de Bartlett	A matriz de correlações não é uma matriz identidade	Aceita-se a hipótese alternativa

Fonte: elaborada com base nos resultados da pesquisa (2017).

A Tabela 2 mostra os três fatores determinantes do desenvolvimento rural após rotação ortogonal, com raiz característica maior do que um, pelo critério da raiz latente, que sintetizam as 12 variáveis analisadas. Esses fatores explicam 80,55% da variância total dos dados, sendo que a maior parte da variância (35,58%) é explicada pelo primeiro fator.

Tabela 2: Valores das raízes características e percentual de variância total explicada pela análise fatorial

Fator	Raiz característica	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
1	4,27	35,58	35,58
2	3,56	27,99	63,57
3	2,04	16,97	80,55

Fonte: elaborada com base nos resultados da pesquisa (2017).

O primeiro fator (FC1), designado como *intensivo em conhecimento*, é responsável por explicar 35,58% da variância total dos dados. Esse fator recebe essa nomeação em virtude de ser constituído pelas variáveis concernentes ao número de estabelecimentos agropecuários em que o produtor possui até o ensino médio completo *per capita*, número de estabelecimentos agropecuários com recursos hídricos *per capita*, número de estabelecimentos agropecuários que utilizam energia elétrica *per capita*, número de estabelecimentos agropecuários que utilizam calcário e/ou outros corretivos de pH do solo *per capita*, número de estabelecimentos agropecuários que contraíram orientação técnica *per capita* e número de estabelecimentos agropecuários que contraíram financiamentos *per capita* que são as mais fortemente associadas ao FC1, cujas cargas fatoriais estão destacadas em negrito (Tabela 3).

Como se observa pela Tabela 3, 27,99% da variância total dos dados são atribuídas ao segundo fator (FC2), denominado como *intensivo em mão de obra e capital*, uma vez que está associado positivamente com as variáveis referentes ao salário médio nominal dos vínculos formais da agropecuária em 31/12/2017 *per capita*, número de vínculos formais de trabalho em



31/12/2017 *per capita*, despesas com insumos animais e vegetais nos estabelecimentos agropecuários *per capita* e número de máquinas, tratores e implementos agrícolas nos estabelecimentos agropecuários *per capita*.

Finalmente, referente ao terceiro fator (FC3), destacam-se as variáveis relacionadas ao número de estabelecimentos agropecuários que utilizam rotação de culturas *per capita* e número de estabelecimentos agropecuários que utilizam preparação do solo *per capita*. Nessa perspectiva, esta dimensão refere-se ao *uso intensivo da sustentabilidade agrícola*.

Tabela 3 - Cargas fatoriais após a rotação ortogonal e comunalidades, obtidas na análise fatorial

Variáveis	Cargas Fatoriais			Comunalidades
	F1	F2	F3	
V10	0,83	0,13	0,34	0,83
V3	0,83	0,13	0,40	0,86
V1	0,82	0,12	0,41	0,85
V6	0,78	0,43	0,01	0,79
V2	0,74	0,16	-0,03	0,58
V8	0,61	0,13	0,38	0,53
V12	0,13	0,97	0,03	0,95
V11	0,23	0,94	0,02	0,93
V9	0,11	0,92	0,06	0,85
V4	-0,12	0,81	0,04	0,80
V5	0,09	-0,05	0,90	0,83
V7	0,51	-0,05	0,79	0,88

Fonte: elaborada com base nos resultados da pesquisa (2017).

No tocante às comunalidades, verificou-se que as variáveis que apresentaram menor percentual de explicação pelos três fatores foram: número de estabelecimentos agropecuários que contraíram financiamentos *per capita* (V8) e número de estabelecimentos agropecuários que contraíram orientação técnica *per capita* (V2), com respectivamente, 0,53 e 0,58.

Agrupamento dos municípios do MATOPIBA, utilizando os escores fatoriais

Considerando o agrupamento dos municípios do MATOPIBA mediante os escores fatoriais, que são combinações lineares das variáveis originais, indicados pela análise fatorial, optou-se pela aplicação do método não hierárquico de *k-médias*. Nesse sentido, foram escolhidos três grupos, já que essa configuração pareceu mais adequada aos dados analisados. Esses *clusters* com os respectivos municípios estão descritos na Tabela 4.

De acordo com Rosado *et al.* (2005), embora exista certa dificuldade em estabelecer uma medida que caracteriza a magnitude das questões relativas ao desenvolvimento regional/rural, é possível tomando-se por base os escores fatoriais e os *clusters* obtidos, fazer uma diferenciação entre os grupos formados quanto à intensidade do desenvolvimento.

Como se pode observar na Tabela 4, os municípios que compõem o *cluster* 1 apresentaram os piores resultados nas variáveis: número de estabelecimentos agropecuários que utilizam rotação de culturas *per capita* e número de estabelecimentos agropecuários que utilizam preparação do solo *per capita*. Por outro lado, esse conjunto de municípios registrou a maior média no conjunto de variáveis que captam o *uso intensivo de conhecimento*. Em face dessas considerações, 78,36% dos municípios do MATOPIBA estão incluídos no *cluster* supracitado, inclusive os grandes produtores de soja alocados no oeste baiano, São Desidério, Luís Eduardo Magalhães e Barreiras. Ademais, os dados da RAIS (2020) mostram que os



municípios do *cluster* 1 foram responsáveis por 67,86% dos vínculos formais de trabalho no setor agropecuário do MATOPIBA, referente ao ano de 2017.

Para o *cluster* 2, que contém municípios alocados majoritariamente no Estado de Tocantins, apresentam maior média na dimensão referente *ao uso intensivo de mão de obra e capital*. Não obstante, esses municípios registraram os piores desempenhos, em termos médios, referente às variáveis que captam a sustentabilidade agrícola.

Situação oposta ocorre com a parcela seleta de municípios que compõem o *cluster* 3, cujos resultados mostram que o MATOPIBA brasileiro, de maneira majoritária, não se volta para a dimensão de sustentabilidade agrícola de forma intensiva, dado que apenas 1,31% alcançaram maiores escores nesta dimensão de desenvolvimento. Esse resultado vai ao encontro das concepções acerca da relevância da sustentabilidade agrícola nessa região (OLIVEIRA; DORNER; SCHNEIDER, 2020; BRAGANÇA, 2018; VIEIRA; FISHLOW, 2017), no qual afirmam a necessidade contínua da agricultura brasileira contemplar práticas sustentáveis, o que alavancaria a médio e longo prazo a competitividade agrícola brasileira em relação ao mercado externo, além de fomentar o desenvolvimento rural.

Tabela 4 - Clusters dos municípios do MATOPIBA, 2017

<i>Clusters</i>	Municípios	Especificação dos municípios
1	239	Açailândia, Afonso Cunha, Aldeias Altas, Porto Alegre do Maranhão, Alto Parnaíba, Amarante do Maranhão, Anapurus, Araióses, Arame, Bacabal, Balsas, Barão de Grajaú, Barra do Corda, Barreirinhas, Benedito Leite, Bernardo do Mearim, Bom Lugar, Brejo, Buriti, Buriti Bravo, Buritirana, Campestre do Maranhão, Cantanhede, Capinzal do Norte, Carolina, Caxias, Chapadinha, Cidelândia, Codó, Coelho Neto, Colinas, Coroatá, Davinópolis, Dom Pedro, Esperantinópolis, Estreito, Feira Nova do Maranhão, Fernando Falcão, Fortaleza dos Nogueiras, Fortuna, Gonçalves Dias, Governador Edison Lobão, Governador Eugênio Barros, Governador Luiz Rocha, Graça Aranha, Grajaú, Igarapé Grande, Imperatriz, Itapecuru Mirim, Itinga do Maranhão, Jatobá, Jenipapo dos Vieiras, João Lisboa, Joselândia, Lago do Junco, Lago Verde, Lagoa do Mato, Lago dos Rodrigues, Lajeado Novo, Lima Campos, Loreto, Magalhães de Almeida, Mata Roma, Matões, Matões do Norte, Milagres do Maranhão, Mirador, Miranda do Norte, Montes Altos, Nova Colinas, Nova Iorque, Olho d'Água das Cunhãs, Paraibano, Parnarama, Passagem Franca, Pastos Bons, Pedreiras, Peritoró, Pio XII, Pirapemas, Poção de Pedras, Porto Franco, Presidente Dutra, Riachão, Ribamar Fiquene, Sambaíba, Santa Filomena do Maranhão, Santa Quitéria do Maranhão, Santo Antônio dos Lopes, São Benedito do Rio Preto, São Bernardo, São Domingos do Azeitão, São Domingos do Maranhão, São Félix de Balsas, São Francisco do Brejão, São Francisco do Maranhão, São João do Paraíso, São João do Soter, São João dos Patos, São José dos Basílios, São Luiz Gonzaga do Maranhão, São Mateus do Maranhão, São Pedro da Água Branca, São Pedro dos Crentes, São Raimundo das Mangabeiras, São Roberto, Sabutinha, Senador Alexandre Costa, Senador La Rocque, Sítio Novo, Sucupira do Norte, Sucupira do Riachão, Tasso Fragoso, Timbiras, Timon, Trizidela do Vale, Tuntum, Tutóia, Urbano Santos, Vargem Grande, Vila Nova dos Martírios, Aguiarnópolis, Angico, Aragominas, Araguacema, Araguaína, Araguanã, Araguaatins, Arraias, Augustinópolis, Aurora do Tocantins, Axixá do Tocantins, Babaçulândia, Barra do Ouro, Brasilândia do Tocantins, Buriti do Tocantins, Campos Lindos, Carmolândia, Caseara, Centenário, Darcinópolis, Dianópolis, Esperantina, Filadélfia, Fortaleza do Tabocão, Goiatins, Itacajá, Itaguatins, Lagoa da Confusão, Lavandeira, Lizarda, Mateiros, Maurilândia do Tocantins, Monte do Carmo, Monte Santo do Tocantins, Palmeiras do Tocantins, Muricilândia, Natividade, Nova Olinda, Nova Rosalândia, Novo Alegre,



		Palmeirante, Paranã, Peixe, Piraquê, Ponte Alta do Bom Jesus, Ponte Alta do Tocantins, Praia Norte, Recursolândia, Riachinho, Rio da Conceição, Rio Sono, Santa Fé do Araguaia, São Bento do Tocantins, São Miguel do Tocantins, São Salvador do Tocantins, São Sebastião do Tocantins, Sítio Novo do Tocantins, Taguatinga, Taipas do Tocantins, Tocantínia, Tocantinópolis, Wanderlândia, Alvorada do Gurguéia, Antônio Almeida, Avelino Lopes, Baixa Grande do Ribeiro, Bertolândia, Bom Jesus, Colônia do Gurguéia, Corrente, Cristalândia do Piauí, Cristino Castro, Curimatá, Currais, Gilbués, Júlio Borges, Manoel Emídio, Monte Alegre do Piauí, Palmeira do Piauí, Parnaguá, Redenção do Gurguéia, Riacho Frio, Ribeiro Gonçalves, Santa Filomena, Santa Luz, São Gonçalo do Gurguéia, Sebastião Barros, Sebastião Leal, Uruçuí, Angical, Baianópolis, Barreiras, Bom Jesus da Lapa, Brejolândia, Canápolis, Carinhanha, Catolândia, Cocos, Coribe, Correntina, Cotegipe, Cristópolis, Feira da Mata, Formosa do Rio Preto, Jaborandi, Luís Eduardo Magalhães, Mansidão, Paratinga, Riachão das Neves, Santa Maria da Vitória, Santa Rita de Cássia, Santana, São Desidério, Serra do Ramalho, Serra Dourada, Sítio do Mato, Tabocas do Brejo Velho, Wanderley.
2	62	Abreulândia, Aliança do Tocantins, Almas, Alvorada, Aparecida do Rio Negro, Araguaçu, Arapoema, Barrolândia, Bernardo Sayão, Bom Jesus do Tocantins, Brejinho de Nazaré, Cachoeirinha, Cariri do Tocantins, Colinas do Tocantins, Combinado, Couto Magalhães, Cristalândia, Crixás do Tocantins, Divinópolis do Tocantins, Dois Irmãos do Tocantins, Dueré, Fátima, Figueirópolis, Formoso do Araguaia, Goianorte, Guaraí, Gurupi, Ipueiras, Itapiratins, Jaú do Tocantins, Lagoa do Tocantins, Lajeado, Luzinópolis, Marianópolis do Tocantins, Miracema do Tocantins, Miranorte, Novo Acordo, Novo Jardim, Palmeirópolis, Paraíso do Tocantins, Pau D'Arco, Pedro Afonso, Pequizeiro, Pium, Porto Nacional, Pugmil, Rio dos Bois, Sandolândia, Santa Maria do Tocantins, Santa Rita do Tocantins, Santa Rosa do Tocantins, Santa Tereza do Tocantins, São Valério, Silvanópolis, Sucupira, Talismã, Palmas, Tupirama, Tupiratins, Xambioá, Landri Sales, São Félix do Coribe.
3	4	Pindorama do Tocantins, Sampaio, Eliseu Martins, Marcos Parente.

Fonte: elaborada com base nos resultados da pesquisa (2017).

Como se observa pela Tabela 4, a divisão territorial adotada neste trabalho não se refere aos fatores políticos e administrativos, notadamente associados aos municípios com proximidade geográfica. Em razão do exposto, procurou-se contemplar municípios com similaridade de características concernentes ao nível de conhecimento no meio agrícola, uso intensivo de mão de obra e capital, além das práticas agrícolas sustentáveis. Um exemplo disso é o *cluster* 1 que contém municípios espacialmente dispersos nos cerrados do Norte (Tocantins) e do Nordeste (Maranhão, Piauí e Bahia), porém apresentam características referentes ao desenvolvimento rural relativamente próximas.

Identificação das variáveis que melhor discriminam os municípios do MATOPIBA

Para realizar um estudo confirmatório dos fatores determinantes do desenvolvimento rural e identificar qual fator melhor diferencia os grupos, foram utilizados os escores fatoriais padronizados para a aplicação da análise discriminante pelo método simultâneo, que considera a inclusão de todas as variáveis explicativas no modelo.

Sob tal óptica, os coeficientes das funções discriminantes podem ser utilizados como indicadores do poder discriminatório de cada um dos fatores, em conformidade com Campos



(2008). Os estratos considerados foram advindos da análise de *cluster* pelo método *k médias*, e para tanto, o número de grupos pré-definidos se deu em conformidade com a quantidade de *clusters* especificados.

De acordo com Maroco (2007), para operacionalização da análise de discriminante é necessário avaliar a qualidade das variáveis para diferenciar os estratos pesquisados. Dessa forma, procedeu-se ao teste de igualdade de médias das variáveis entre os grupos, sendo o objetivo rejeitar a hipótese nula de que as médias das variáveis nos grupos são iguais.

O resultado do teste foi apresentado na Tabela 5, onde se identificou o *p-valor* das variáveis, sendo que o primeiro e terceiro fator foram estatisticamente significantes a 1% e o segundo fator ao nível de significância de 5%, rejeitando-se, dessa forma, a hipótese nula de igualdade das médias dos fatores nos estratos. A partir dessa condição, assume-se que os fatores selecionados diferenciam os municípios em níveis de desenvolvimento rural.

Tabela 5 - Teste de igualdade das médias dos fatores determinantes do desenvolvimento rural no MATOPIBA, 2017

Fatores	Lambda de Wilks'	F	df1	df2	Sig.
F1	0,36	265,38	02	302	0,00
F2	0,98	3,89	02	302	0,02
F3	0,46	176,62	02	302	0,00

Fonte: elaborada com base nos resultados da pesquisa (2017).

Nessa perspectiva, o Fator 1, denominado *intensivo em conhecimento* apresentou o maior poder discriminatório, evidenciado pelo menor valor de Lambda de Wilk's, dentre os fatores considerados. Tal resultado vai ao encontro de Vieira e Fishlow (2017), que ressaltam a relevância do conhecimento na agregação de valor à agricultura e estímulo ao desenvolvimento rural. Essa concepção foi corroborada por Serigati *et al.* (2017).

Esse fator recebe essa nomeação em virtude de ser constituído pelas variáveis concernentes ao número de estabelecimentos agropecuários em que o produtor possui até o ensino médio completo *per capita*, número de estabelecimentos agropecuários com recursos hídricos *per capita*, número de estabelecimentos agropecuários que utilizam energia elétrica *per capita*, número de estabelecimentos agropecuários que utilizam calcário e/ou outros corretivos de pH do solo *per capita*, número de estabelecimentos agropecuários que contraíram orientação técnica *per capita* e número de estabelecimentos agropecuários que contraíram financiamentos *per capita*. Ademais, estas variáveis contemplam maior parcela da variância dos dados, representado pelo primeiro fator (Ver Tabela 2).

Essas variáveis estão associadas ao nível de capital humano. De acordo com Arabsheinbani e Rees (1998), investimentos dessa natureza aumentam a renda dos indivíduos, uma vez que aquisição de educação eleva a produtividade. Em nível nacional, direcionado ao meio rural, Silva *et al.* (2017) ratificam essa evidência da literatura internacional.

A pujança dessa dimensão para explicar o desenvolvimento rural encontra cenário favorável de reprodução nas Universidades Católica, Ulbra, ITPAC, Universidade Objetivo e nos institutos de pesquisa: Embrapa, Ibá e a Fundação de Apoio Fapcen, alocados na região do MATOPIBA (VIEIRA; FISHLOW, 2017).

No que concerne ao segundo pressuposto para este método analítico foi realizado o teste M de Box, que preconiza as matrizes de variância e covariância dos três estratos considerados sejam iguais (FÁVERO *et al.*, 2009).

Em razão do exposto, a Tabela 6



apresenta os resultados do teste M de Box. Na operacionalização, encontrou uma violação da homogeneidade das matrizes de variância e covariância. A esse respeito, Stevens (2002) considera que a análise de discriminante é robusta com relação à violação da normalidade multivariada e da homogeneidade das matrizes de covariância. Nóbrega (2010) complementa tal consideração, afirmando que este pressuposto é extremamente sensível ao tamanho da amostra, e que a rejeição da hipótese nula não prejudica a alocação das observações em estratos referente à técnica analisada.

Tabela 6 - Teste de igualdade das matrizes de variância e covariância

Box's M – F	Aprox.	df1	df2	Sig.
155,41	9,863	12	246,68	0,00

Fonte: elaborada com base nos resultados da pesquisa (2017).

De acordo com a Tabela 7, torna-se relevante mencionar que foram geradas duas funções discriminantes, pois a variável dependente apresenta três grupos ($k=3$) e, o número de funções estimadas ($k-1$), obtendo um total de dois grupos. A primeira função discriminante apresenta um percentual de 61,9% [$1,932/(1,932+1,187)$], ou seja, esta função é a que mais contribui para demonstrar as diferenças entre os grupos. No que concerne a segunda função, esta apresenta um poder discriminante que explica 38,1% [$1,187/(1,187+1,932)$] da variância entre os grupos. Ademais, percebe que as duas funções consideradas ensejaram expressivas correlações canônicas, 0,81 e 0,74, respectivamente. Nesse sentido, o quadrado destes correspondentes implica no poder de explicação das funções discriminantes, constituindo os valores de 66,0% e 55,0%, na devida ordem.

Tabela 7 - Autovalores da função discriminante

Função	Autovalor	(%) de Variância	(%) Acumulado	Correlação Canônica
1	1,93	61,9	61,9	0,81
2	1,19	38,1	100,0	0,74

Fonte: elaborada com base nos resultados da pesquisa (2017).

O próximo teste de hipótese é o de Lambda de Wilk's, que segundo Maroco (2007) serve para testar a significância das funções discriminantes. Nessa inteligência, com base na Tabela 8, as duas funções consideradas são estatisticamente significantes a 1%. Desse modo, pode-se concluir que a hipótese nula, de que a média populacional dos dois grupos são iguais é rejeitada.

Tabela 8 - Testes de Lambda de Wilk's e Qui-Quadrado

Teste de funções	Lambda de Wilks's	Qui-Quadrado	DF	Sig.
1 até 2	0,16	559,24	6	0,00
2	0,46	235,48	2	0,00

Fonte: elaborada com base nos resultados da pesquisa (2017).

A Tabela 9 apresenta os coeficientes não padronizados das funções discriminantes para cada uma das variáveis explicativas, explicitando a importância relativa de cada fator para explicação da função discriminante.

Tabela 9 - Coeficientes das funções discriminantes



	Função	
	1	2
X1	11,81	0,04
X2	2,74	-1,10
X3	0,36	16,64
(Constante)	-4,67	-2,38

Fonte: elaborada com base nos resultados da pesquisa (2017).

Por meio da Tabela 9, podemos escrever cada função da seguinte forma:
 $Z_1 = -4,67 + 11,81\text{conhecimento} + 2,74\text{mãodeobraecapital} + 0,36\text{sustent.agrícola}$;
 $Z_2 = -2,38 + 0,04\text{conhecimento} - 1,10\text{mãodeobraecapital} + 16,64\text{sustent.agrícola}$.

A Tabela 10 apresenta a validação dos resultados da análise discriminante, por meio do sumário de classificação do modelo discriminante. Esse resultado evidencia que 99,00 % dos estratos considerados foram classificadas pela função discriminante de Fisher. Assim sendo, apenas três municípios pertencentes ao Fator 1 foram alocados de modo errado no Fator 2.

Tabela 10 - Resultados da classificação da análise de discriminante

Estratos			Previsão de membros do grupo			Total
			1	2	3	
Original	Contagem	1	236	3	0	239
		2	0	62	0	62
		3	0	0	4	4
(%)		1	98,7	1,3	0,0	100,0
		2	0,0	100,0	0,0	100,0
		3	0,0	0,0	100,0	100,0

Fonte: elaborada com base nos resultados da pesquisa (2017). Nota: 99,0% dos grupos estão corretamente especificados.

Pela óptica dos *outputs*, nota-se que a adequabilidade do modelo quanto à classificação foi satisfatória, pois os municípios do MATOPIBA estão devidamente alocados em seus respectivos estratos. Tal evidência corrobora os resultados de Santos e Lima (2010), para o desflorestamento na Amazônia Legal, e também de Souza (2008), que procurou analisar os fatores financeiros que diferenciavam os grupos de cooperativas eficientes e não eficientes. Em razão dos expostos, e com base no arcabouço empírico, a análise de agrupamentos está corretamente especificada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com procedência das doze variáveis explicativas consideradas no estudo, foi possível sintetizar três fatores, tendo cada um se exibido mais fortemente correlacionado com uma determinada dimensão condizente com a literatura econômica, o que possibilitou nomeá-las em função do grau de correlação. O Fator FC1 se associa às variáveis relativas ao *uso intensivo de conhecimento*; FC2, por sua vez, está relacionado ao *uso intensivo de mão de obra e capital*; e FC3 se associa à *sustentabilidade agrícola*.

O fator FC1 denominado *uso intensivo de conhecimento*, possui maior poder discriminatório dentre os fatores considerados. Este fator contempla as variáveis: número de estabelecimentos



agropecuários em que o produtor possui até o ensino médio completo *per capita*, número de estabelecimentos agropecuários com recursos hídricos *per capita*, número de estabelecimentos agropecuários que utilizam energia elétrica *per capita*, número de estabelecimentos agropecuários que utilizam calcário e/ou outros corretivos de pH do solo *per capita*, número de estabelecimentos agropecuários que contraíram orientação técnica *per capita* e número de estabelecimentos agropecuários que contraíram financiamentos *per capita*. Ademais, estas variáveis contemplam maior parcela da variância dos dados.

Nesse sentido, este trabalho contribui com a literatura, reportando-se a um recorte geográfico que não foi analisado sob essa óptica multidimensional, além da abordagem do desenvolvimento rural alicerçado empiricamente, de maneira majoritária, no Censo Agropecuário de 2017, a base de dados mais recente e completa concernente aos estudos agrícolas e rurais brasileiros.

Em razão dos expostos, sugerem-se medidas de políticas públicas que estimulem as atividades agrícolas, com ênfase nas variáveis relativas à sustentabilidade agrícola: número de estabelecimentos agropecuários que utilizam rotação de culturas *per capita* e número de estabelecimentos agropecuários que utilizam preparação do solo *per capita*, tendo em vista que apenas 1,31% dos municípios alcançaram os maiores escores fatoriais nesta dimensão. Como possível limitação do estudo, deve-se salientar que este trabalho se delineou para o ano de 2017, limitando em analisar a situação do desenvolvimento rural no MATOPIBA, sem avaliar se ocorreu evolução ou arrefecimento do nível de desenvolvimento rural nas áreas observadas nos últimos anos. Destarte, espera-se que a partir dos dados do próximo Censo Demográfico possam ser fornecidas informações mais precisas acerca dessa temática, com inclusão de variáveis que melhor captem outras dimensões, como demográficas, econômicas sociais e de saúde, sem auxílio necessariamente de *proxies*.

Em síntese, a partir dos resultados deste estudo, recomenda-se para trabalhos posteriores a comparação do MATOPIBA com outras áreas de cerrados brasileiras contempladas pela modernização agrícola. Além de desagregar a agricultura em patronal e familiar, considerando os Censos Agropecuários de 2006 e 2017, a fim de comparar o nível de desenvolvimento rural entre as tipologias agrícolas e os períodos censitários.

REFERÊNCIAS

ARABSHEIBANI, G. R. REES, H. On the weak vs version of the screening hypothesis: a re-examination of the P-test for the U.K. **Economics of Education Review**, v.17, n.2, p. 189-192, 1998.

BEGNINI, S.; ALMEIDA, L. E. D. F. Desenvolvimento Rural no estado de Santa Catarina um estudo multidimensional. **Gestão & Regionalidade (Online)**, v. 32, n. 94, p. 20-35, jan./abr. 2016.

BITTENCOURT, G.M.; LIMA, J. E. Perfil do Desenvolvimento Rural dos Municípios da Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. **Gestão & Regionalidade (Online)**, v. 30, p. 1-19, mai./ago. 2014.



- BRAGANÇA, A. A. The causes and consequences of agricultural expansion in Matopiba. **Revista Brasileira de Economia**, v. 72, p. 161-185, 2018.
- BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. A economia agropecuária do Matopiba. **Estudos Sociedade e Agricultura (UFRRJ)**, v. 26, p. 376-401, 2018.
- CAGED – Cadastro Geral de Empregados e Desempregados. Disponível em: <http://bi.mte.gov.br/bgcaged/rais.php>. Acesso em: 09/07/2020.
- CAMPOS, K. C. **Produção localizada e inovação**: o arranjo produtivo local de fruticultura irrigada na microrregião do Baixo Jaguaribe no Estado do Ceará. 2008. 167 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- CANO, W. **Ensaio sobre a crise urbana no Brasil**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2011.
- CARVALHO, F. R. D. **Análise fatorial**. 2013. 61 p. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2013.
- DATASUS - DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=01>. Acesso em: 06/12/2020.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. MATOPIBA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-matopiba/sobre-o-tema>. Acesso em: 12/12/2020.
- FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. L.; CHAN, B. L. **Análise de dados**: modelagem multivariada para tomada de decisões. Primeira edição. Rio de Janeiro. Elsevier, 2009.
- FORTINI, R. M.; SILVEIRA, S. F. R.; MOREIRA, V. S. Construção e análise do Índice de Desenvolvimento Rural para as mesorregiões Norte e Jequitinhonha do Estado de Minas Gerais. **Desenvolvimento Regional em Debate**, v. 6, n. 1, p. 90-119, jan./jul. 2016.
- GRISA, C.; SCHNEIDER, S. (Org.). Políticas públicas de desenvolvimento rural no Brasil. v.1. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2015. 624p. (Série estudos rurais).
- HAIR JÚNIOR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. 6.ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- HÄRDLE, W.; SIMAR, L. **Applied multivariate statistical analysis**. 4 edition. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2015. 458p.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Agrícola Municipal**. 2020a. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 21/12/2020.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. 2020b. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 02/12/2020.



KAGEYAMA, A. **Desenvolvimento Rural: conceitos e aplicações ao caso brasileiro**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008.

KAGEYAMA, A. Desenvolvimento rural: conceito e medida. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 21, n. 3, p. 379-408, set./dez. 2004.

LIMA JÚNIOR, F. do O'. **Estrutura produtiva e rede urbana no Estado do Ceará durante o período de 1980-2010**. Campinas, SP, 264 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) - Universidade Estadual de Campinas, 2014.

MAROCO, J. **Análise Estatística com a utilização do SPSS**. 3ª Ed. Silabo. Lisboa. 822 p, 2007.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2005.

MOURA, E. J.; SOUSA, E. P. Análise multidimensional do desenvolvimento rural nos municípios cearenses e pernambucanos. **Geosul (UFSC)**, v. 35, n.76, p. 706-730, 2020.

NAVARRO, Z. Desenvolvimento rural no Brasil: os limites do passado e os caminhos do future. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 15, n. 43, p. 83-100, 2001.

NÓBREGA, D. M. **Análise de discriminante utilizando o SPSS**. 2010.53f. Monografia (Graduação em Estatística) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2010.

OLIVEIRA, T. J. A.; DOERNER, S. H.; SCHNEIDER, M. Desenvolvimento econômico no MATOPIBA: os arranjos produtivos locais da soja. **Economia Ensaios**, v. 35, p. 68-81, 2020.

PACHECO, C. A. **Fragmentação da Nação**. UNICAMP: Instituto de Economia. São Paulo. 1998.

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

PINTO, N. G. M.; CORONEL, D. A. Desenvolvimento rural no Rio Grande do Sul: uma análise das mesorregiões entre o período de 2000 e 2010. **Ensaios FEE**. Porto Alegre, v. 36, n. 4, p. 893 - 920, mar. 2016.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Disponível em: <<https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-municipios-2010.html>>. Acesso em: 05/01/2021.

POLASTRINI, A. C.; MARTINS, C. L.; TREDEZINI, C. A. D. Indicadores de desenvolvimento rural: análise comparativa entre os territórios CONSADS da região Centro-Oeste e Nordeste. **Sociedade e desenvolvimento rural**, v. 9, p.73-99, nov. 2015.

RAIS – RELAÇÃO ANUAL DE INFORMAÇÕES SOCIAIS. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>>. Acesso em: 28/12/ 2020.



RIBEIRO, L. C. S.; LOBO, A. S.; SILVA, L. D.; SANTOS, N. F. . Padrões de crescimento econômico dos municípios do MATOPIBA. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 58, p. 1-17, 2020.

ROSADO, P. L.; ROSSATO, M. V.; LIMA, J. E. Hierarquização e desenvolvimento socioeconômico das microrregiões de Minas Gerais: uma análise regional. In: XLIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural – SOBER. **Anais...** Ribeirão Preto, 2005.

RODRIGUES, A. M. G.; BATISTA, M. A. M.; GALVAO, T. L.; SOUSA, E. P. Desenvolvimento rural paulista e seus fatores determinantes. **Revista Eletrônica Documento/Monumento**, v. 24, p. 161-181, 2018.

SANTOS, V. F.; LIMA, J. E. . Desflorestamento na Amazônia Legal: uma análise discriminante. **Revista de Política Agrícola**, v. 19, p. 29-38, 2010.

SANTOS, L. F.; FERREIRA, M. A. M.; SALGADO, R. F. S. F. Desenvolvimento rural nos municípios de Minas Gerais: fatores determinantes e hierarquização. **Gestão & Regionalidade (Online)**, v.33, n. 97, p.88-99, jan./abr. 2017.

SERIGATI, F.; RODRIGUES, R. M.; POSSAMAI, R.; VEIRA FILHO, J. E. R. **O mercado de trabalho na fronteira do agronegócio: quanto a dinâmica no Matopiba difere das regiões mais tradicionais?** Brasília: Ipea, 2017. (Texto para Discussão, n. 2.277).

SILVA, A. F.; ARAÚJO, J. A.; JUSTO, W. R.; CAMPOS, K. C. Análise da pobreza multidimensional no Brasil no período de 2009 a 2015. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 48, n. 2, p. 9-24, 2017.

SOUZA, U. R. **Eficiência técnica e de escala das cooperativas agropecuárias do estado do Paraná.** 2008. 106 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

STEGE, A. L. **Desenvolvimento rural nas microrregiões do Brasil: um estudo multidimensional.** Maringá, PR, 137 p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Estadual de Maringá, 2011.

STEVENS, J. P. **Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences**, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, 2002.

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística.** 11 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

VEIGA, J.E. **Cidades Imaginárias: o Brasil é menos urbano do que se calcula.** Campinas, SP: Editora Autores Associados, 2002.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e Indústria no Brasil: inovação e competitividade.** Brasília: Ipea, 2017.

