

# Índice de Modernização Agrícola na região Nordeste

## Agricultural Modernization Index in the Northeast region

### Índice de Modernización Agrícola en la región Noreste

Gércia Cunha de Lima<sup>1</sup>  
Kilmer Coelho Campos<sup>1</sup>  
Antonia Gislayne Moreira Alves<sup>1</sup>

Recebido em: 15/09/2020; aceito em: 12/05/2021  
DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v23i2.3158>

**Resumo:** A modernização da agricultura no Brasil não ocorreu de maneira uniforme entre regiões; no Sul e Sudeste, esse processo foi mais rápido do que no Nordeste. Este estudo tem por objetivo construir um Índice de Modernização Agrícola (IMA) a fim de verificar os condicionantes da modernização nos municípios nordestinos. Para isso, foram utilizados dados do Censo Agropecuário de 2017 e aplicada Análise Fatorial e de *Clusters* para encontrar os indicadores associados à atividade agrícola e agrupar os municípios similares segundo o IMA. Os resultados evidenciam que 88,42% dos municípios analisados têm uma propensão agrícola baixa e apenas 0,91% apresentou um índice considerado bom. Dessa forma, espera-se que a gestão governamental invista em políticas públicas que equalizem as disparidades entre as localidades, estimulando a utilização de sistemas de irrigação, máquinas e equipamentos apropriados, e o aumento das áreas exploradas, com o intuito de melhorar o processo de modernização na região Nordeste.

**Palavras-chave:** Análise Fatorial; Índice de Modernização Agrícola; Nordeste.

**Abstract:** The modernization of agriculture in Brazil did not occur uniformly between regions; in the South and Southeast, this process was faster than in the Northeast. This study aims to build an Agricultural Modernization Index (IMA) in order to verify the conditions of modernization in northeastern municipalities. We used, for this, data from the Agricultural Census of 2017 and applied Factor and Clusters Analysis to find the indicators associated with agricultural activity and group similar municipalities according to the IMA. The results show that 88.42% of the municipalities analyzed have a low agricultural propensity, and only 0.91% had an index considered good. Thus, government management is expected to invest in public policies that equalize disparities between localities, stimulating the use of irrigation systems, appropriate machinery and equipment, and the increase of areas explored in order to improve the modernization process in the Northeast region.

**Keywords:** Factor Analysis; Agricultural Modernization Index; Northeast.

**Resumen:** La modernización de la agricultura en Brasil no se produjo uniformemente entre regiones; en el Sur y Sureste, este proceso fue más rápido que en el Noreste. Este estudio tiene como objetivo construir un Índice de Modernización Agrícola (IMA) con el fin de verificar las condiciones de modernización en los municipios del Noreste. Para ello, se utilizaron datos del Censo Agrícola de 2017 y se aplicó el Análisis de Factores y de *Clusters* para encontrar los indicadores asociados con la actividad agrícola y los municipios similares del grupo según el IMA. Los resultados muestran que el 88,42% de los municipios analizados tienen una baja propensión agrícola y sólo el 0,91% tenía un índice considerado bueno. Por lo tanto, se espera que la administración gubernamental invierta en políticas públicas que igualen las disparidades entre las localidades, estimulando el uso de sistemas de riego, maquinaria y equipo apropiados y el aumento de las áreas exploradas con el fin de mejorar el proceso de modernización en la región Noreste.

**Palabras clave:** Análisis de Factores; Índice de Modernización Agrícola; Noreste.

## 1 INTRODUÇÃO

O território brasileiro está constantemente sendo transformado, principalmente após a evolução de técnicas e equipamentos ocorrida entre as décadas de 1960 e 1970, em um processo conhecido como Revolução Verde<sup>2</sup> (BECKMANN; SANTANA, 2019). No Brasil, a produção agrícola

<sup>1</sup> Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil.

<sup>2</sup> A Revolução Verde originou-se após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), na tentativa de amenizar a fome em países da África Subsaariana e Ásia Meridional. Consiste em aplicar modernas técnicas agrícolas com o intuito de



vem se destacando ao longo dos anos devido à crescente demanda do progresso tecnológico, que se tornou um instrumento essencial para o desenvolvimento da agricultura no país. A disponibilidade de insumos modernos e sistemas eficientes de correção de solo contribuiu para o aumento da produtividade da terra, do trabalho e do capital, além de diversificar as exportações de produtos originários do setor primário (ALBUQUERQUE; SILVA, 2008 *apud* GELATTI *et al.*, 2020).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2017), o Brasil é um dos países com maior crescimento da produtividade. O rendimento da atividade rural aumentou 4,28% entre 2006 e 2010, seguido pela China (3,25%), Chile (3,08%) e Japão (2,86%). Como salienta a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2018), nos últimos 40 anos, o Brasil saiu da situação de importador de alimentos para tornar-se um fornecedor mundial. Ao se considerar a agricultura, a tecnologia contribui fortemente para o aumento da produtividade. Entre os anos de 1975 e 2015, os avanços tecnológicos foram responsáveis por 59% do valor bruto da produção, enquanto o trabalho e a terra responsabilizaram-se por 25% e 16%, respectivamente.

O setor agrícola tem papel de destaque na economia regional nordestina, em que 82,6% da mão de obra do campo destina-se à agricultura familiar. No entanto, a participação da agricultura do Nordeste ainda é baixa em relação a outras regiões do país. Em 1955, apenas 13,6% da região participava do setor agropecuário do país, ao passo que as regiões Sul (30%) e Sudeste (41,8%) detinham mais de 70% do montante do agronegócio brasileiro. Dentre os fatores que limitam o desenvolvimento desse setor na região, encontram-se as questões edafoclimáticas<sup>3</sup>, ecossistema frágil e o problema da seca característico do Semiárido (CASTRO, 2013).

Souza e Khan (2001 *apud* MARTINS; CAMPOS; LIMA, 2014) revelaram que a modernização da agricultura não aconteceu de maneira homogênea entre as regiões brasileiras, beneficiando sobretudo o Sul, Sudeste e algumas áreas do Centro-Oeste, enquanto no Nordeste seu desenvolvimento ocorreu de forma lenta e foi marcado principalmente pela prática da agricultura tradicional e rudimentar. Após citar Tonneau, Aquino e Teixeira (2005), verificou-se que, nos últimos trinta anos, a região Nordeste passou por profunda reestruturação econômica, tornando pouco competitivo seu setor agropecuário. A situação é ainda mais agravante em áreas de clima semiárido, cuja crise vinculada ao sistema “algodão-pecuária bovina” foi responsável pela queda, de 28% para 21%, na participação de regiões semiáridas no PIB nordestino.

No Nordeste, a prática da agricultura é muito variada, seja em relação às culturas plantadas, seja em relação ao nível tecnológico empregado na produção. A cana-de-açúcar é o principal cultivo em Alagoas, Pernambuco e Bahia. Destacam-se também os plantios de algodão, no Ceará, na Paraíba e no Rio Grande do Norte, e de soja, na Bahia e no Maranhão (EMBRAPA, 2018). No sertão, predomina a agricultura de subsistência, sendo às vezes prejudicada pelas estiagens. Costa *et al.* (2012) classificaram os estados do Norte e Nordeste como tendo baixo nível de modernização, principalmente em relação ao uso de tecnologia na mão de obra, logística e transporte, sobretudo em decorrência da elevada concentração fundiária, e às diferenças históricas entre essas e as demais regiões brasileiras.

Na literatura, ainda não existem estudos que tratem da modernização da agricultura no Nordeste, sendo restrita a trabalhos que consideram apenas um ou outro estado. Diante

---

aumentar a produtividade no campo (ANDRADES, GANIMI; 2007).

<sup>3</sup> Refere-se a características do clima, relevo, temperatura e precipitação pluvial. No semiárido, a precipitação pluviométrica é, em média, inferior a 800 mm (CASTRO, 2013).

disso, este estudo se propõe a criar o Índice de Modernização Agrícola (IMA) identificando e estratificando os municípios em grupos homogêneos conforme o índice. Para atingir o objetivo proposto, utilizaram-se dados do Censo Agropecuário disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referentes ao ano de 2017, e aplicou-se a Análise Fatorial e de *Clusters*, capaz de resumir as informações disponíveis em um número de fatores<sup>4</sup> – inferior ao número de variáveis – que expliquem o processo de modernização do local de estudo e de classificar os municípios segundo sua propensão ao progresso tecnológico, respectivamente (SANTANA *et al.*, 2014).

O trabalho divide-se em cinco seções, iniciando-se com esta introdução. Na segunda seção, fez-se uma análise histórica do desenvolvimento da modernização da agricultura e revisão da literatura sobre o tema em questão. Na terceira, são detalhados os procedimentos metodológicos adotados, como a descrição da técnica multivariada e fonte de dados. Na quarta seção, são apresentados os resultados desta investigação. Na quinta e última, são apresentadas as considerações finais acerca do que foi estudado.

## 2 CARACTERIZAÇÃO DA MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA

Nos últimos anos, os estudos sobre a modernização da agricultura vêm se popularizando, com abordagens voltadas, principalmente, à intensificação da mão de obra, a técnicas modernas e a investimentos para melhorar a produtividade (BECKMANN; SANTANA, 2019; SILVA; FERNANDES, 2005). No Brasil, o processo de modernização da agricultura originou-se na década de 1950, com as importações de meios de produção mais desenvolvidos<sup>5</sup>. No entanto, esse processo se consolidou somente na década de 1960, com a implantação de indústrias voltadas para produção de equipamentos e insumos destinados ao setor primário. Esse período substituiu o chamado Modelo de Substituição de Importações<sup>6</sup> pela inovação na esfera agrária e formação do Complexo Industrial (TEIXEIRA, 2005).

Conforme Silva e Kageyama (1983), a agricultura brasileira mostrou um grande dinamismo estrutural devido à ampliação da produção agrícola, elevação da oferta de matérias-primas, abertura do mercado interno para produção industrial e incorporação de novas áreas, antes isoladas, à produção que integrou a economia nacional. A estrutura fundiária caracteriza-se pela concentração e pelo aumento do grau de exploração da terra. Na década de 1970, o processo de modernização tecnológica da agricultura foi marcado pela *quimificação* – caracterizada pelo aumento do uso de fertilizantes e defensivos químicos; e pela mecanização – com tecnologias que elevam o número de tratores associado à política de crédito rural a juros subsidiados e ganhos de produtividade da terra e do trabalho.

O crescente avanço da indústria e da urbanização tornou necessária a modernização do setor agrário, com a finalidade de produzir alimentos e produtos para exportação capazes de equilibrar a balança comercial do país. Entretanto, a exportação não aumentou de maneira satisfatória, e a agricultura não produzia alimentos e matérias-primas capazes de suprir a

<sup>4</sup> Refere-se à parcela da variação total dos dados explicada pelas correlações observadas entre as variáveis (FÁVERO *et al.*, 2009).

<sup>5</sup> Fertilizantes, mecanização da lavoura, seleção de sementes etc. (TEIXEIRA, 2005).

<sup>6</sup> Conhecido como Processo de Substituição de Importações (PSI), teve início em 1930. Entende-se por *substituição de importações* o modelo que levou ao aumento da produção interna de um país e à diminuição de suas importações, com o intuito de minimizar a dependência de capitais externos (FONSECA, 2003).

demanda urbana, ocasionando o aumento abusivo dos preços dos produtos agrícolas. Logo, o estado passou a atuar no desenvolvimento de políticas de apoio aos produtores rurais por meio da concessão de créditos, melhorias na infraestrutura produtiva e criação de órgãos de pesquisa e assistência rural (TEIXEIRA, 2005).

O novo modelo pretendia passar da agricultura rudimentar para mecanizada com uma base técnica moderna e ampliação da fronteira agrícola, por meio do crédito rural subsidiado e de programas de pesquisa agrônômica e extensão rural, executados pela EMBRAPA e pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMBRATER), respectivamente, cujos benefícios foram maiores para a região Centro-Sul do que para a Norte-Nordeste. Uma análise feita por Silva e Kageyama (1983) considera que a tecnologia implantada se direcionou principalmente à expansão do Complexo Industrial e não foi incorporada por pequenos produtores, os quais permanecem defasados em relação aos mais modernizados (SOUZA; LIMA, 2003).

Martine e Beskow (1987) revelam a importância de outras políticas vigentes a partir de 1960, tais como a dos preços mínimos, do seguro rural e de subsídios, além do Programa Nacional do Alcool (PROÁLCOOL), que incentivaram a concentração fundiária e favoreceram a grande produção. Paralelamente, a política de extensão/assistência técnica, criada a partir do Sistema de Empresas Brasileiras de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMBRATER/EMATER/ASTER), concentrou-se em áreas com respostas rápidas aos incentivos, favorecendo a marginalização de produtores de baixa renda.

Como salienta Buainain (1997), ao final de 1980 e início de 1990, o Complexo Industrial entrou em crise, principalmente, por conta das inconsistências políticas direcionadas ao setor agrícola e ações voltadas para a estabilização monetária. Nesse contexto, deu-se início à expansão do que, hoje, é conhecido como processo de modernização da agricultura. Para Teixeira (2005), esse processo segue os moldes capitalistas ao beneficiar apenas alguns produtos e determinados produtores, com forte tendência ao fortalecimento da monocultura. Também denominada “industrialização da agricultura”, vem se tornando uma atividade nitidamente empresarial, com mercado de consumo voltado às indústrias de maquinário, equipamentos e insumos modernos.

A região Nordeste também foi marcada pela concentração de terra nas mãos dos grandes latifundiários, e só em 1958 foi criado um grupo de trabalho que posteriormente daria início à Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), que era dirigida por Celso Furtado e encarregada pelo governo federal para executar o “planejamento regional global” (OLIVEIRA, 1981 *apud* SABOURIN; CARON, 2003). O modelo de desenvolvimento aliava modernização e emprego rural, por intermédio do apoio à agricultura comercial, e promovia a industrialização e modernização de pequenas unidades agrícolas em empresas rurais (SABOURIN; CARON, 2003).

Alguns fatores constituem limitações ao desenvolvimento agrícola no Nordeste. Um primeiro entrave refere-se à questão ambiental, ou seja, a convivência com o problema da seca, uma vez que boa parte das atividades agrícolas não se desenvolve em um ecossistema frágil. Existe, ainda, a escassez hídrica e os solos que são, em sua maioria, pobres em nutrientes. Um outro empecilho ao desenvolvimento da agricultura nordestina diz respeito à tecnologia defasada e pouco produtiva empregada nas atividades, como a não utilização de adubação e irrigação. Combinado à carência tecnológica está o escasso acesso à orientação técnica por parte dos agricultores, que é agravado pelo baixo nível de escolaridade desses, e a não obtenção de crédito nas instituições financeiras para o desenvolvimento da produção, principalmente devido à inadimplência de alguns agricultores e à burocracia bancária (CASTRO, 2013).

Além dessas limitações, existem iniciativas que podem ser tomadas para o desenvolvimento da economia agrária e consequente crescimento econômico regional, a saber: melhorias na infraestrutura logística, investimentos em inovação, difusão da tecnologia, ampliação do acesso ao crédito rural e criação de programas<sup>7</sup> que promovam o uso de práticas agrícolas recomendadas para preservação do solo, como plantio em nível, rotação de culturas etc. Essas medidas podem destacar a atividade agrícola da região, dado que 82,6% da mão de obra do campo equivale à agricultura familiar e tem um potencial destaque para a economia nacional, visto que o Nordeste é o maior produtor nacional de banana e mandioca e o segundo maior produtor de arroz (CASTRO, 2013).

## 2.1 Estudos empíricos

Os estudos referentes à modernização agrícola no Nordeste ainda são escassos, existindo alguns trabalhos pontuais sobre determinados estados brasileiros. Em relação às pesquisas, estas são conduzidas de forma agregada, o que pode ser um empecilho para verificar, efetivamente, o grau de desenvolvimento municipal, bem como as variáveis que o impactam (SILVA; FERNANDES, 2005). Diversos estudos no Brasil atentaram-se ao desenvolvimento e à modernização da agricultura, como o de Souza e Khan (2001), que analisaram o nível de modernização da agricultura no Maranhão. A classificação relativa dos 136 municípios do estado permitiu observar as disparidades existentes na agricultura da região, visto que um pequeno grupo de agricultores faz uso de modernas tecnologias de exploração, ao passo que um grande número de agricultores ainda utiliza técnicas rudimentares e primitivas.

Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004) identificaram e caracterizaram diferentes grupos de microrregiões com níveis tecnológicos semelhantes em Minas Gerais. Os resultados revelam diferenças significativas entre os grupos formados, com 48,5% das microrregiões com nível tecnológico abaixo da média e 83,4% inferior a 50% do nível do grupo mais modernizado. Em seus estudos, Silva e Fernandes (2005) e Beckman e Santana (2019) determinaram o grau de modernização dos municípios da Região Norte e das microrregiões que compõem o MAPITOBA<sup>8</sup> e o Sudeste do Pará, respectivamente. Ambos verificaram que os locais de estudo apresentaram baixos níveis de modernização, decorrentes, principalmente, da recente expansão da fronteira agrícola e da escassez de políticas públicas destinadas ao desenvolvimento da agricultura.

Costa *et al.* (2012) verificaram os fatores condicionantes da modernização agrícola no Brasil e mensuraram seu desempenho referente aos níveis de modernização. Mediante os resultados encontrados, obtiveram o Índice de Modernização Agrícola (IMA) que hierarquizou os estados brasileiros em relação à agricultura e constataram que o principal fator responsável pela modernização agrícola foi a utilização de novas tecnologias ligadas ao uso da terra, à mão de obra e aos setores de logística e transporte, concluindo que a intensidade do desenvolvimento se deu de maneira diferente entre as diversas unidades federativas.

Martins, Campos e Lima (2014) caracterizaram o processo de modernização agropecuária nos 223 municípios do Piauí e verificaram que, destes, apenas sete obtiveram um IMA considerado

<sup>7</sup> Como o Programa Agricultura de Baixo Carbono (Programa ABC), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que busca promover a redução da emissão de gases de efeito estufa na agricultura, a recuperação de áreas de pastagens degradadas e a criação de incentivos e recursos para a adoção de técnicas agrícolas sustentáveis (CASTRO, 2013).

<sup>8</sup> Também conhecido como MATOPIBA, é a extensão geográfica que recobre parcialmente os territórios do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (FERREIRA JÚNIOR; BAPTISTA; LIMA, 2004).

muito bom, enquanto 165 tiveram resultado classificado como muito baixo. Em estudo voltado para o Rio Grande do Sul, Pinto e Coronel (2015) notaram que a modernização agrícola apresentou disparidades não muito acentuadas entre as mesorregiões e concluíram que as regiões Sudoeste e Metropolitana do estado têm maior propensão à modernização, ao contrário do Sudeste.

Costa Irmão (2016) analisou que fatores relacionados ao meio ambiente, deficiência logística, atraso tecnológico, falta de crédito e assistência técnica, entre outros, contribuem para que o desenvolvimento da modernização agrícola no Norte seja um processo lento. Essa lentidão demanda uma atenção especial por parte dos órgãos governamentais, com políticas voltadas para o fortalecimento de pesquisas direcionadas à agricultura e investimentos maciços nesse setor, com ações relacionadas à alocação e ao uso de mecanismos eficientes para essa evolução.

### 3 METODOLOGIA

Para condicionar o nível de Modernização Agrícola nos municípios do Nordeste, foram selecionados indicadores relevantes para a literatura. Feito isso, foram utilizados os escores fatoriais, encontrados por meio da Análise Fatorial, para construir um índice que permitisse averiguar o desempenho de cada município, e criaram-se grupos similares segundo o seu grau de modernização, mediante uso da Análise de *Clusters*. As técnicas adotadas neste trabalho fundamentam-se em estudos realizados por Hoffman (1989), Espírito Santo (1998), Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004), Martins, Campos e Lima (2014) e Beckman e Santana (2019). Nesse sentido, parte-se do pressuposto de que a modernização apresenta um caráter multidimensional, sendo necessário um conjunto de variáveis capazes de captar a o efeito desse progresso decorrente da utilização de novas tecnologias de produção, como insumos e sistemas de correção de solos.

#### 3.1 Análise Fatorial

A Análise Fatorial determina as relações quantitativas entre as variáveis, associando as que apresentam padrões semelhantes (SCHILDERINCK, 1970). Hoffman (1999 *apud* MARTINS; CAMPOS; LIMA, 2014) afirma que existem diversos métodos para executá-la, sendo o de componentes principais o mais utilizado na literatura e, portanto, será usado neste estudo. Conforme Pestana e Gageiro (2005), essa técnica sintetiza as informações disponíveis em um pequeno número de fatores necessários para explicar a variância apresentada pelos dados. A identificação dos fatores permitirá determinar as relações quantitativas entre as variáveis que apresentam certa similaridade e que contribuem para o processo de modernização da agricultura. Mingoti (2005) *apud* Pinto e Coronel (2015) expressa o modelo de Análise Fatorial em forma matricial, a seguir:

$$X_i = A_{ij} F_j + \varepsilon_i \quad (1)$$

Em que  $X_i = (X_1, X_2, \dots, X_p)^t$  representam o vetor de variáveis aleatórias transpostas,  $A_{ij}$  consiste em uma matriz de coeficientes fixos que demonstram a relação linear entre  $X_i$  e  $F_j$  – também denominada cargas fatoriais –,  $F_i = (F_1, F_2, \dots, F_p)^t$  trata-se do vetor de variáveis transpostas que descrevem os elementos não observáveis da amostra, e  $\varepsilon_i = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p)^t$  representam o vetor transposto dos erros aleatórios. Em detrimento das diferentes escalas em que as informações são medidas, é necessário que essas sejam padronizadas, formalmente:



$$Z = \frac{(X_i - \bar{X})}{S}, i=1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Em que  $X_i$  são as variáveis que serão padronizadas, e  $Z$  a variável após padronização.  $\bar{X}$  equivale à média das observações da amostra, e  $S$ , ao desvio-padrão.

Utiliza-se o critério de raiz latente – também denominado critério de Kaiser – para extrair os fatores, com base nos autovalores<sup>9</sup> que apresentarem valores superiores a um. Para simplificar sua interpretação, recomenda-se a rotação dos fatores pelo método ortogonal *Varimax* (MARTINS; CAMPOS; LIMA, 2014). Cada fator será formado por uma combinação linear das variáveis originais, cuja quantidade de informação explicada será medida pelas cargas fatoriais<sup>10</sup>. O índice da variabilidade total explicada por todos os fatores para cada indicador, também chamado de comunalidades, é encontrado a partir do somatório das cargas fatoriais elevadas ao quadrado:

$$h_i^2 = \sum (a_{im}^2) \quad (3)$$

As estatísticas do teste de esfericidade de Bartlett, *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) e Medida de Adequação da Amostra (MSA) são utilizadas para verificar a adequabilidade do conjunto de dados. O primeiro examina a hipótese de que a matriz de correlação é igual à matriz identidade, demonstrando que as variáveis não são correlacionadas (FÁVERO *et al.*, 2009). O segundo compara as magnitudes dos coeficientes de correlação parcial e deve compreender valores entre 0 e 1. Um KMO abaixo de 0,5 indica que a análise fatorial é inadequada (ZAMBRANO; LIMA, 2004 *apud* COSTA *et al.*, 2012). O MSA fornece a matriz anti-imagem, analisando a estrutura de uma variável específica em relação às demais, cujo valor da diagonal principal deverá ser maior ou igual a 0,5 para uma melhor adequação da técnica (FÁVERO *et al.*, 2009).

Posteriormente, os escores fatoriais resultam do produto entre o valor padronizado da variável  $i$ ,  $X_i$  pelo coeficiente do escore fatorial,  $w_{ji}$ , conforme expresso abaixo:

$$F_j = \sum w_{ji} X_i \quad (4)$$

Feito isso, os municípios do Nordeste foram identificados e ranqueados conforme sua propensão à modernização, encontrada a partir da construção do Índice de Modernização Agrícola (IMA), detalhado a seguir.

### 3.2 Índice de Modernização Agrícola (IMA)

Após a estimação dos escores fatoriais para os municípios estudados, espera-se que estes tenham distribuição normal, com média zero e variância um. Como eles apresentam valores positivos e negativos, é necessário incluí-los somente no primeiro quadrante, de modo que as observações com escores fatoriais negativos elevados não interfiram na magnitude do índice. A padronização dos escores é feita da seguinte forma:

<sup>9</sup> Também denominado raízes características, representam a variância explicada por cada fator (FÁVERO *et al.*, 2009).

<sup>10</sup> Refere-se à quantidade da variância total explicada pelo fator (FÁVERO *et al.*, 2009).

$$F_{ij}^* = \frac{(F_i - F_{\min})}{(F_{\max} - F_{\min})} \quad (5)$$

Em que  $F_{ij}^*$  e  $F_i$  são os escores fatoriais e os fatores para a  $i$ -ésima observação, respectivamente.  $E$ ,  $F_{\min}$  e  $F_{\max}$ , nessa ordem, são os valores mínimos e máximos dos escores fatoriais para os municípios. A equação acima garante que os fatores utilizados sejam ortogonais (independentes) e positivos (LEMOS, 2000).

Conforme Gama *et al.* (2007), o Índice de Modernização Agrícola (IMA) é uma combinação linear entre os escores fatoriais e a proporção da variância explicada por cada fator em relação à variância comum; ele pode ser definido por:

$$IMA_{gi} = \sum_{j=1}^q \left( \frac{\lambda_j}{\sum \lambda_j} F_{ij}^* \right) \quad (6)$$

Em que  $\lambda_j$  é a variância explicada por cada fator, ou seja, as raízes características,  $\sum \lambda_j$ , são o total da variância explicada pelos fatores comuns, e  $F_{ij}^*$ , os escores fatoriais.

### 3.3 Análise de Clusters

Com o objetivo de agrupar os municípios que possuem índice de modernização semelhante, utiliza-se a Análise de Clusters. Essa técnica identifica e classifica as variáveis em grupos semelhantes, com base em características comuns (MANLY, 1986 *apud* BECKMAN e SANTANA, 2019). Segundo Fávero *et al.* (2009), as variáveis são agregadas em grupos homogêneos internamente, heterogêneos entre si e mutuamente exclusivos, conforme uma medida de distância ou similaridade. Nesse estudo, utilizou-se a *distância quadrática euclidiana*, cuja distância entre duas observações ( $i$  e  $j$ ) equivale à soma dos quadrados das diferenças entre  $i$  e  $j$  para todas as variáveis. Formalmente:

$$d_{ij}^2 = \sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2 \quad (7)$$

Em que  $d_{ij}^2$  é a medida da distância euclidiana quadrática do município  $k$  ao  $p$ , e  $i$ , o indexador de variáveis.

Neste estudo, o método não hierárquico utilizado para agrupar as observações foi o  $k$ -médias, que minimiza a variância interna dos grupos e maximiza a variância entre eles. Conforme Fernau e Samson (1990) *apud* Fernandes, Cunha e Silva (2005), o número de agrupamentos é decidido subjetivamente pelo pesquisador. Assim, foram definidos três *clusters* para mensurar os níveis alto, médio e baixo de modernização da agricultura.

### 3.4 Natureza e fonte dos dados

Os dados desta pesquisa foram extraídos do Censo Agropecuário, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referente ao ano de 2017. Para estudar a modernização agrícola na Região Nordeste, foram selecionadas variáveis baseadas na literatura<sup>11</sup>,

<sup>11</sup> Souza e Khan (2001), Silva e Fernandes (2005), Costa *et al.* (2012) e Costa Irmão (2016).



com abordagens relacionadas à produtividade dos fatores e ao uso intensivo de tecnologias modernas, como máquinas, sistemas de preparo de solo e orientação técnica, formando um conjunto de dados com 881 observações. No que diz respeito à tecnologia, com o intuito de determinar a intensidade de seu uso, as variáveis foram expressas em relação à área explorada (AE), equivalente-homem (EH) e ao total de estabelecimentos (TE) (PAZ; FREITAS; NICOLA, 2006).

Hoffman (1992) *apud* Silva e Fernandes (2005) define o conceito de área explorada<sup>12</sup> como o somatório das áreas de lavouras (permanentes e temporárias), matas (naturais e plantadas) e pastagens (naturais e plantadas). Equivalente-homem<sup>13</sup> refere-se à homogeneização da mão de obra de homens, mulheres e crianças com ou sem grau de parentesco com o produtor (KAGEYAMA, 1983 *apud* FERREIRA JÚNIOR; BAPTISTA; LIMA, 2004), e total de estabelecimentos diz respeito ao número de formações agrícolas de cada município. De acordo com o exposto, foram calculados 17 indicadores de modernização agrícola, detalhados no Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição das variáveis

Variáveis	Descrição
X1	Área dos estabelecimentos agrícolas/TE.
X2	Número de estabelecimentos agrícolas com veículos/AE.
X3	Número de veículos existentes nos estabelecimentos agrícolas/AE.
X4	Número de estabelecimentos agrícolas com pessoal ocupado/AE.
X5	Pessoal ocupado/AE.
X6	Número de estabelecimentos agrícolas com recursos hídricos/AE.
X7	Número de estabelecimentos agrícolas com existência de energia elétrica/AE.
X8	Número de estabelecimentos agrícolas que receberam orientação técnica/AE.
X9	Número de estabelecimentos agrícolas que utilizaram sistema de preparo de solo/AE.
X10	Número de estabelecimentos agrícolas com uso de irrigação/AE.
X11	Número de estabelecimentos agrícolas com uso de adubação/AE.
X12	Número de estabelecimentos agrícolas com uso de agrotóxicos/AE.
X13	Número de estabelecimentos agrícolas que tiveram despesas com adubos e corretivos/EH.
X14	Número de estabelecimentos agrícolas que tiveram despesas com combustíveis e lubrificantes/EH.
X15	Número de estabelecimentos agrícolas que tiveram despesas com combustíveis e lubrificantes/TE.
X16	EH/AE.
X17	TE/AE.

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do Censo Agropecuário 2017.

Esses indicadores sintetizam o caráter multidimensional da modernização agrícola, pois referem-se a inovações que têm efeito direto sobre o processo produtivo. Podem ser classificados em: *i) mecânicas*: capazes de intensificar o ritmo de trabalho; *ii) físico-químicas*: responsáveis

<sup>12</sup> Esse indicador foi calculado com exceção da variável matas plantadas, em razão do elevado número de missings que reduziam significativamente a amostra.

<sup>13</sup> Encontrado a partir do somatório entre indivíduos com idades superiores e inferiores a 14 anos, com pesos 1 e 0,5, na devida ordem. E menores de 14 anos com e sem grau de parentesco com o produtor recebem pesos de 0,4 e 0,5, respectivamente (MARTINS; CAMPOS; LIMA, 2014).

por modificar as condições naturais do solo; *iii) biológicas*: que diminuem o período produtivo; e *iv) agrônômicas*: que elevam a produtividade dos fatores trabalho e capital (SILVA, 2003 *apud* COSTA *et al.*, 2012).

## 4 RESULTADOS

Considerando um conjunto amplo de determinantes do processo de modernização da agricultura, esta seção dedica-se a apresentar os principais resultados encontrados nesta pesquisa. Para isso, é dividida em duas subseções que demonstram, respectivamente, as discussões acerca da aplicação da Análise Fatorial e os resultados do Índice de Modernização Agrícola (IMA) sob a ótica da técnica de agrupamentos – Análise de *Clusters*.

### 4.1 Análise Fatorial

O ajustamento das variáveis originais à análise fatorial foi realizado por meio das estatísticas Medida de Adequação da Amostra (MSA), *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) e Esfericidade de Bartlett (Tabela 1). Com base no MSA, verifica-se que todas elas apresentam valores iguais a 1, indicando que o conjunto de dados se encontra bem estruturado. O valor de 0,8741 do KMO corrobora os resultados obtidos no primeiro teste, indicando a boa adequabilidade dos indicadores à técnica. O de Esfericidade de Bartlett apresentou-se significativo a 1%, conduzindo a rejeição da hipótese de que a matriz de correlações é uma matriz identidade (HAIR JÚNIOR *et al.*, 2009).

Tabela 1 – Ajustamento dos dados originais à Análise Fatorial

Variáveis	MSA
Área dos estabelecimentos agrícolas/TE.	1,000
Número de estabelecimentos agrícolas com veículos/AE.	1,000
Número de veículos existentes nos estabelecimentos agrícolas/AE.	1,000
Número de estabelecimentos agrícolas com pessoal ocupado/AE.	1,000
Pessoal ocupado/AE.	1,000
Número de estabelecimentos agrícolas com recursos hídricos/AE.	1,000
Número de estabelecimentos agrícolas com existência de energia elétrica/AE.	1,000
Número de estabelecimentos agrícolas que receberam orientação técnica/AE.	1,000
Número de estabelecimentos agrícolas que utilizaram sistema de preparo de solo/AE.	1,000
Número de estabelecimentos agrícolas com uso de irrigação/AE.	1,000
Número de estabelecimentos agrícolas com uso de adubação/AE.	1,000
Número de estabelecimentos agrícolas com uso de agrotóxicos/AE.	1,000
Número de estabelecimentos agrícolas que tiveram despesas com adubos e corretivos/EH.	1,000
Número de estabelecimentos agrícolas que tiveram despesas com combustíveis e lubrificantes/EH.	1,000
Número de estabelecimentos agrícolas que tiveram despesas com combustíveis e lubrificantes/TE.	1,000
EH/AE.	1,000
TE/AE.	1,000
Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)	0,8741
Teste de Esfericidade de Bartlett	33.249,773
Prob.	0,000

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do Censo Agropecuário 2017.

A análise aplicada para as 17 variáveis gerou quatro fatores com raiz característica superior à unidade – critério Kaiser ou raiz latente. Após a rotação pelo método ortogonal *Varimax*, concluiu-se que os fatores selecionados explicam 84,99% da variabilidade total dos dados (Tabela 2).

Tabela 2 – Autovalores e variância explicada pelos fatores extraídos

Fatores	Autovalores	Proporção	Frequência acumulada
Fator 1	6,525	0,3817	0,3817
Fator 2	3,998	0,1914	0,5732
Fator 3	2,519	0,1470	0,7202
Fator 4	2,216	0,1298	0,8499

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do Censo Agropecuário 2017.

A Tabela 3 apresenta as cargas fatoriais rotacionadas e as comunalidades. As variáveis que mais contribuíram para a formação de cada um dos fatores têm cargas superiores a 0,55, destacadas em negrito. Já as comunalidades apresentam valores superiores a 0,59, significando dizer que mais da metade da variância dos indicadores é reproduzida pelos fatores comuns, sendo, portanto, considerada satisfatória, conforme o estudo de Pinto e Coronel (2015).

Tabela 3 – Cargas fatoriais após a rotação e comunalidades

Variáveis	Cargas Fatoriais				Comunalidades
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	
X1	-0,1870	<b>0,8620</b>	-0,1417	-0,0980	0,80760
X2	0,3599	-0,0499	0,1414	<b>0,9148</b>	0,98887
X3	0,3456	-0,3220	0,1850	<b>0,9110</b>	0,98462
X4	<b>0,9441</b>	-0,0737	0,1896	0,2271	0,98428
X5	<b>0,9309</b>	-0,0443	0,1072	0,2311	0,93344
X6	<b>0,8728</b>	-0,1038	0,3079	0,1175	0,88116
X7	<b>0,9415</b>	-0,0768	0,1895	0,1612	0,95422
X8	0,4765	-0,0529	<b>0,5845</b>	0,1371	0,59029
X9	<b>0,6759</b>	-0,1013	0,3587	0,3626	0,72725
X10	0,2669	-0,0104	<b>0,7907</b>	0,1200	0,71095
X11	0,4839	-0,0493	<b>0,7157</b>	0,2217	0,79797
X12	0,2170	-0,0645	<b>0,7693</b>	0,2544	0,70779
X13	-0,0296	<b>0,9210</b>	0,0127	-0,0290	0,85011
X14	-0,0694	<b>0,9450</b>	-0,0016	-0,0080	0,89791
X15	-0,0329	<b>0,8460</b>	-0,0144	-0,0030	0,71668
X16	<b>0,9308</b>	-0,0443	0,1079	0,2314	0,93354
X17	<b>0,9435</b>	-0,0749	0,1867	0,2276	0,98246

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do Censo Agropecuário 2017.

O fator 1 explica 38,17% da variância total dos indicadores e apresenta correlações positivas com eles. Observando as variáveis, constata-se que o número de estabelecimentos agrícolas com pessoal ocupado é o principal determinante para a modernização da agricultura nos municípios

do Nordeste. A natureza de cada componente desse fator relaciona-se à quantidade de mão de obra empregada (X4 e X5), aos recursos hídricos e elétricos (X6 e X7, respectivamente), às práticas de preparo do solo (X9), às relações entre a produtividade do trabalho e área explorada (X19) e ao total de estabelecimentos por área explorada (X20).

Por sua vez, o fator 2 explica 19,14% da variabilidade do conjunto de dados e compreende informações como a área do estabelecimento (X1) e despesas com adubos, corretivos, combustíveis e lubrificantes (X13, X14 e X15). Como esperado, a correlação positiva entre esses indicadores salienta a ampliação das áreas agricultáveis e o aumento de despesas com combustíveis e fertilizantes como condicionantes para a modernização agrícola. O fator 3 representa 14,70% da variância total, ressaltando a importância da orientação técnica (X8) e da utilização de tecnologias capazes de aumentar a produtividade da terra, como irrigação (X10), adubação (X11) e aplicação de agrotóxicos (X12). Por fim, o fator 4 explica 12,98% da variabilidade da amostra e incorpora indicadores relacionados ao transporte (X2 e X3). Assim, o aumento do número de estabelecimentos com veículos, bem como a expansão da quantidade desses, está atrelado a uma maior eficiência no escoamento da produção, melhorando as condições de locomoção entre os municípios nordestinos.

#### 4.2 Modernização Agrícola nos municípios do Nordeste

Após a aplicação da análise fatorial, foi construído o IMA com base nos escores fatoriais das variáveis padronizadas, para verificar o nível de modernização da agricultura no Nordeste. Vale ressaltar que quanto mais próximo da unidade, melhor é a situação do município com relação ao processo de modernização. O valor do nível médio para a região foi de 4,56%. O estado verificado com maior índice médio foi o Maranhão (6,03%), seguido por Alagoas (5,68%) e Sergipe (5,31%), e os que apresentaram menor índice médio foram Piauí (3,39%), acompanhado pela Paraíba (3,53%) e pelo Rio Grande do Norte (3,57%). Os estados que apresentaram índices médios intermediários foram Pernambuco (4,96%), Bahia (4,56%) e Ceará (4,28%). Como esperado, o município de Alcântara, no Maranhão, apresentou o maior índice de modernização (50,76%), e Várzea Grande, no Piauí, o menor (1,05%).

Encontrada a proporção de modernização, classificaram-se as localidades mediante as características comuns, conforme a análise de *clusters*. A Tabela 4 classifica os três grupos criados em níveis alto, médio e baixo. O *cluster* 1 (0,00 — 0,07) apresenta baixo grau de modernização e compreende 88,42% dos municípios, com IMA médio de 3,32%. Por sua vez, o *cluster* 2 (0,07 — 0,34), situado no nível de média representatividade, apresenta em sua composição 10,67% das observações. Já o *cluster* 3 (0,34 — 1,00), classificado como o grupo de maior modernização, tem um índice médio de 43,48% e compõe-se de apenas oito municípios, o equivalente a 0,91% do total da amostra.

Tabela 4 – Índice de Modernização Agrícola conforme análise de *clusters*

Classes	IMA	IMA médio	Número de municípios	Frequência relativa
1	0,00 — 0,07	0,0332616	779	88,42
2	0,07 — 0,34	0,114728	94	10,67
3	0,34 — 1,00	0,4347954	8	0,91

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do Censo Agropecuário 2017.

Pelo exposto, observa-se que o desenvolvimento da modernização da agricultura nordestina é um processo lento e pode ser decorrente de problemas climáticos, técnicos e de precária infraestrutura logística e de transportes que limitam o potencial produtivo das atividades agrícolas. Apesar de uma série de iniciativas<sup>14</sup> que beneficiam os produtores rurais, as organizações financeiras ainda relutam em difundir programas de crédito em regiões menos atrativas do ponto de vista comercial. Logo, mesmo se o problema referente ao acesso for sanado em diversas regiões, ele ainda predomina em áreas rurais consideradas menos dinâmicas. É importante destacar que a base produtiva local está concentrada nas pequenas empresas agrícolas, tornando-se fundamental a participação do Estado como agente indutor de transformação, inserindo em suas diretrizes buscas constantes pela inovação e modernização do setor (CASTRO, 2013).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo procurou discutir a modernização inerente aos municípios do Nordeste a partir da construção do Índice de Modernização Agrícola (IMA). Diante disso, percebeu-se que, na literatura, ainda não existem trabalhos que tratem a região, restringindo-se apenas a um ou outro estado. Os resultados obtidos inferem que o progresso tecnológico ainda é um processo lento, com 88,42% dos municípios com IMA baixo e apenas 0,91% com índice considerado bom. O estado que mais se destacou foi o Maranhão (6,03%), ao passo que o de menor representatividade foi o Piauí (3,39%).

Apesar do destaque da atividade agrícola na economia regional, com 82,6% da mão de obra do campo equivalente à agricultura familiar, o baixo nível de modernização é justificado pelas inúmeras limitações ao seu desenvolvimento, como as questões ambientais – principalmente a seca –, deficiência logística, atraso tecnológico e dificuldades relacionadas ao acesso a crédito e à assistência técnica. Vale salientar que a baixa produtividade pode ser reflexo, também, de uma crise de investimentos decorrentes da redução progressiva no tamanho dos estabelecimentos, que incapacita a intensificação das atividades inerentes a esse setor (CASTRO, 2013).

Com o intuito de dinamizar a agricultura nordestina, um conjunto de iniciativas precisam ser tomadas, tais como investimentos em inovação e difusão tecnológica e auxílio na comercialização da produção. Além disso, espera-se que o estado formule e execute políticas que vão além do assistencialismo, como programas voltados para promoção do uso de práticas agrícolas conservacionistas/sustentáveis. Exemplos disso são: plantio em nível, rotação de culturas, proteção de encostas, entre outros. A incorporação dessas ações deve ser intensificada, principalmente nos municípios que apresentaram baixo IMA, bem como estimulada naqueles com maior índice, de modo que os avanços no setor agrícola sejam pautados na redução do impacto ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ANDRADES, T. O. de; GANIMI, R. N. Revolução Verde e a apropriação capitalista. *CES Revista*, Juiz de Fora, v. 21, p. 43-56, 2007.

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

<sup>14</sup> Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (PNATER), Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).

BUAINAIN, A. M. *Trajatória recente da política agrícola brasileira*. [Projeto UTF/FAO/036/BRA]. Campinas: UNICAMP, 1997.

CASTRO, C. N. de. A agricultura no Nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. *IPEA – Boletim regional, urbano e ambiental*, Brasília, n. 08, p. 73-89, jul./dez. 2013.

COSTA, C. C. de M.; REIS, P. R. da C.; FERREIRA, M. A. M.; MOREIRA, N. C. Modernização agropecuária e desempenho relativo dos estados brasileiros. *Revista Agroalimentaria*, Venezuela, v. 18, n. 34, p. 43-56, jan./jun. 2012.

COSTA IRMÃO, L. 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.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA [EMBRAPA]. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Visão 2030: O futuro da agricultura brasileira*. Brasília: EMBRAPA, 2018.

ESPIRITO SANTO, E. N. do. Agricultura no estado de Santa Catarina, no período 1920-1985. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 453-473, 1998.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. L.; CHAN, B. L. *Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões*. 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FERNANDES, E. A., CUNHA, N. R. S., SILVA, R. G. Degradação ambiental no estado de Minas Gerais. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Rio de Janeiro, v. 43, n. 1, p. 179-98, 2005.

FERREIRA JUNIOR, S., BAPTISTA, A. J. M. S., LIMA, J. A modernização agropecuária nas microrregiões do Estado de Minas Gerais. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Rio de Janeiro, v. 42, n. 1, p. 73-89, 2004.

FONSECA, P. C. D. O processo de substituição de importações. In: REGO, J. M. ; MARQUES, R. M. (Org.). *Formação econômica do Brasil*. São Paulo: Saraiva, 2003. p. 1-53.

GAMA, Z. J. C.; SANTANA, A. C. de; MENDES, F. A. T.; KHAN, A. S. Índice de desempenho competitivo das empresas de móveis da região metropolitana de Belém. *Revista de Economia e Agronegócio*, Viçosa-MG, v. 5, n. 1, p. 127-60, 2007.

GELATTI, E.; BOBATO, A. M.; FREITAS, C. A. de; ZANIN, V.; CORONEL, D. A. Caracterização espacial da modernização agrícola dos municípios do estado do Rio Grande do Sul (2010 e 2017). *Desenvolvimento Regional em Debate*, v. 10, p. 1079-1103, 2020.

HAIR JUNIOR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. *Análise multivariada de dados*. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688p.

HOFFMANN, R.; KASSOUF, A. L. Modernização e desigualdade na agricultura brasileira. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 43, n. 2, abr./jun. 1989.

INTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2017. *IBGE*, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em: 13 abr. 2021.

LEMOS, J. J. S. Indicadores de degradação no nordeste sub-úmido e semiárido. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 38, n. 01, p. 1-10, 2000.

MINGOTI, S. A. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 295p.



MARTINE, G., BESKOW, P. R. *O modelo, os instrumentos e as transformações na estrutura de produção agrícola: os impactos sociais da modernização agrícola*. São Paulo: Caetés, 1987.

MARTINS, E. de A.; CAMPOS, K. C.; LIMA, P. V. P. S. Índice de modernização agrícola no estado do Piauí. In: ARAÚJO, J. A. de; REIS, J. N. P.; PAULO, E. M.; MANCAL, A. (orgs.). *Desafios da sustentabilidade no semiárido nordestino*. Fortaleza: RDS, 2014.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Notícias. *Brasil lidera produtividade agropecuária mundial*. Publicado em 12/05/2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/brasil-lidera-produtividade-agropecuaria-mundial>.

PAZ, M.; FREITAS, C.; NICOLA, D. Avaliando a intensidade da modernização da agropecuária gaúcha: uma aplicação de análise fatorial e cluster. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2006, Fortaleza. *Anais [...]*. Fortaleza: SOBER, 2006.

PINTO, N. G.; 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. 167-82, jan./jun. 2015.

PESTANA, M. H.; GAGEIRO, J. N. *Análise de dados para Ciências Sociais*. Lisboa: Sílabo, 2005.

SABOURIN, E.; CARON, P. Origem e evolução da agricultura familiar no Nordeste semiárido. In: CARON, P.; SABOURIN, E.; MENESCAL, A. L. M. (Org.). *Camponeses do sertão: mutação das agriculturas familiares no Nordeste do Brasil*. Brasília: EMBRAPA, 2003. 293 p.

SANTANA, A. C.; SANTANA, A. L. de; SANTANA, A. L. de; COSTA, N. L.; NOGUEIRA, A. K. M. Planejamento estratégico de uma Universidade Federal na Amazônia: aplicação da análise fatorial. *Revista de Estudos Sociais*, Mato Grosso-MT, v. 16, n. 32, p. 183-204, 2014.

SILVA, R. G.; FERNANDES, E. A. Índice relativo de modernização agrícola na região Norte. *Revista de Economia e Agronegócio*, Viçosa, v. 3, n. 1, p. 1-20, 2005.

SILVA, J. G. da; 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.

SOUZA, P. M.; LIMA, J. E. Intensidade e dinâmica da modernização agrícola no Brasil e unidades da federação. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 57, n. 4, out./dez. 2003.

SOUZA, R. F.; KHAN, A. S. Modernização da agricultura e hierarquização dos municípios maranhenses. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 39, n. 2, 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, 2005.

TONNEAU, J. P.; AQUINO, J. R.; TEIXEIRA, O. A. Modernização da agricultura familiar e exclusão social: o dilema das políticas agrícolas. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 22, n. 1, p. 67-82, jan./abr. 2005.

SCHILDREINCK, J. H. F. *Factor analysis applied to developed and developing countries*. Groningen: Rotterdam University Press, 1970.

**Sobre os autores:**

**Gércia Cunha de Lima:** Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (PPGER) da Universidade Federal do Ceará (UFC). **E-mail:** gerciacunhalima13@gmail.com, **Orcid:** <http://orcid.org/0000-0002-4411-0805>

**Kilmer Coelho Campos:** Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor associado III do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará (UFC). **E-mail:** kilmer@ufc.br, **Orcid:** <http://orcid.org/0000-0001-7752-2542>

**Antonia Gislayne Moreira Alves:** Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (PPGER) da Universidade Federal do Ceará (UFC). **E-mail:** gislaynealves22@gmail.com, **Orcid:** <http://orcid.org/0000-0003-2401-4872>