



Fatores determinantes da modernização agrícola na região Sul do Brasil

Vitor Galle¹

Daniel Arruda Coronel²

Nelson Guilherme Machado Pinto³

Recebido em: 05-05-2022

Aceito em: 21-12-2022

Resumo

O objetivo do trabalho foi identificar os fatores condicionantes da modernização agrícola nos municípios dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Para isso, utilizou-se a técnica de análise fatorial para realizar o cálculo do Índice de Modernização Agrícola (IMA), com o intuito de hierarquizar os municípios dos três estados da Região Sul do Brasil em termos de modernização agrícola. Os principais resultados obtidos apontaram que os municípios que obtiveram elevado IMA estão localizados nas mesorregiões Noroeste e Centro Oriental gaúcha, Vale do Itajaí e Oeste Catarinense, e Oeste, Norte Central e Metropolitana Paranaense. Essas regiões concentram vários dos principais municípios produtores agrícolas de soja, milho, arroz, trigo, cultivo de videiras e hortifrutigranjeiros.

Palavras-chave: Agronegócio. Agricultura. Crescimento. Mesorregiões.

Decisive factors agricultural modernization in southern Brazil

Abstract

This research identified the conditioning factors of agricultural modernization in the municipalities of Rio Grande do Sul, Santa Catarina, and Paraná States. For this, the factor analysis technique was used to calculate the Agricultural Modernization Index (IMA). So, the municipalities of the three states of the Southern Region of Brazil were ranked in terms of agricultural modernization. The main results obtained, showed that the municipalities that obtained a high IMA are located in the Northwest and East Center of Rio Grande do Sul, Vale do Itajaí, West Santa Catarina, and West, North Central and Metropolitana Paranaense. These regions concentrated several of the main agricultural producing municipalities of soybeans, corn, rice, wheat, vines and vegetables.

Keywords: Agribusiness. Agriculture. Growth. Mesoregions.

1 Introdução

No decorrer dos anos, a produção agrícola brasileira vem crescendo e se destacando tanto nacional quanto internacionalmente, devido aos avanços tecnológicos e à demanda global por alimentos. O agronegócio brasileiro encontra-se entre os principais *players* e produtores agroindustriais mundiais, sendo o país um dos maiores exportadores de soja, laranja, carnes bovina, suína e de aves. Sua produção e exportação geram empregos, renda, desenvolvimento e representam uma grande fatia do Produto Interno Bruto (PIB), aproximadamente 22% do total,

¹ Doutorando em Administração (UFSM). <https://orcid.org/0000-0002-8475-9465> E-mail: vitorgalle@hotmail.com

² Doutorado em Economia Aplicada (UFV). Professor da Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Economia e Relações Internacionais. <https://orcid.org/0000-0003-0264-6502> E-mail: daniel.coronel@uol.com.br

³ Doutorado em Administração (UFSM). Professor da Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Administração. <https://orcid.org/0000-0003-1105-2271> E-mail: nelguimachado@hotmail.com

trazendo equilíbrio à balança comercial brasileira (CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2018).

Fatores como clima, relevo, solo, índices pluviométricos, mão de obra, tecnologia empregada, além de políticas públicas de fomento à produção, tornaram o Brasil um dos principais produtores de alimentos do mundo. De acordo com Coronel, Machado e Carvalho (2009), acordos internacionais, intervenções governamentais e condições edafoclimáticas contribuem para que algumas *commodities* agrícolas sejam mais produzidas em determinados países e consumidas em todo o mundo.

Diante dessa temática, cabe conceituar o termo “agronegócio”, que surgiu com a publicação do livro *A concept of agribusiness*, de autoria dos pesquisadores da Universidade de Harvard Jonh Davis e Ray Goldberg, em 1957. O estudo desenvolveu a tese de que o campo passava por transformações oriundas de uma revolução tecnológica baseada no progresso científico utilizado na agricultura. Do mesmo modo, o termo traz uma conjuntura das operações de produção e distribuição de insumos, produção agropecuária, armazenamento, processamento e distribuição das *commodities* e seus derivados (SATOLO; BACCHI, 2006; MENDONÇA, 2015).

Assim, no ano de 2019, o setor do agronegócio exportou em torno de US\$ 96,8 bilhões, o que representou uma redução de aproximadamente 4,3% em relação ao ano de 2018. Os principais destinos das exportações brasileiras foram China, com uma participação de 31,9% do total, União Europeia, com 17,3%, e Estados Unidos, com 7,4%. Ainda, China, Estados Unidos e o bloco de países da União Europeia, juntos, somaram em torno de 57% do total exportado pelo Brasil, sendo esses os principais mercados internacionais com os quais o país negocia. Referente aos principais produtos exportados pelo Brasil, 33,6% do total corresponde ao complexo soja, 17,2% referem-se às carnes e 13,3% correspondem a produtos florestais. Juntos, os três somam 64,1% do total exportado do agronegócio brasileiro (AGROSTAT – Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro, 2019).

Nesse contexto, analisa-se a Região Sul do país e sua importância econômica e produtiva para o agronegócio brasileiro. Segundo dados do Censo Agropecuário de 2017, os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná possuem 853.232 estabelecimentos rurais em uma área de, aproximadamente, 43 milhões de hectares (IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017). Em relação ao agronegócio desses três estados, no ano de 2019, foram exportados aproximadamente US\$ 30,8 bilhões, que, juntos, somam 31,9% do total exportado

pelo país. Os produtos mais exportados pelos estados acima mencionados foram oriundos do complexo soja, carnes, produtos florestais, e fumo e seus produtos (AGROSTAT, 2019).

Os dados destacados sobre o agronegócio da Região Sul do Brasil resultam, entre outros fatores, do uso de tecnologias e das inovações do setor absorvidas pelos produtores gaúchos, catarinenses e paranaenses. Costa *et al.* (2012) ressaltam que as inovações tecnológicas implantadas na agricultura fazem parte do avanço do agronegócio, aliadas ao crescimento produtivo, e também da competitividade do setor. Ainda, conforme os autores, o fenômeno da modernização pode ser entendido como a evolução em processos e práticas pelos quais uma sociedade, por meio da agricultura, indústria e comércio, aprimorou suas práticas, atitudes e comportamentos, transformando-os ao longo do tempo. Assim, vem-se identificando certo avanço na agricultura brasileira de um modo geral, porém não se sabe ao certo o quanto ela evoluiu e em que medida se desenvolveu, especialmente nos estados da Região Sul do país.

Diante do contexto apresentado, especificamente em relação ao avanço da agropecuária e ao desenvolvimento tecnológico obtido nas atividades desenvolvidas no país e, em especial, na Região Sul, definiu-se o problema de pesquisa com a seguinte questão: quais os fatores determinantes para a modernização agrícola nos municípios do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná?

Por fim, a principal contribuição deste estudo consiste em utilizar esta técnica, que outros estudos já aplicaram, avançando no sentido de remodelar as variáveis a serem analisadas, para que se adequem à realidade agropecuária de hoje, com o intuito de analisar quais são os fatores determinantes para a modernização agrícola, utilizando-se dos dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017 para alcançar tal resposta. Outro ponto refere-se à delimitação espacial, abrangendo toda a Região Sul do país, visto seu potencial produtivo e econômico. Dessa maneira, o estudo justifica-se por utilizar esse compilado de dados atuais para responder aos objetivos definidos, assim podendo-se comparar os resultados com os estudos passados – os mais recentes com dados do Censo Agropecuário de 2006 –, a fim de verificar se há avanços e qual sua intensidade nas atividades agropecuárias dos estados do Sul do país, os quais são importantes centros produtivos e de relevância à economia brasileira.

O trabalho está estruturado em cinco seções, além desta introdução. No capítulo seguinte, apresenta-se uma breve revisão de literatura voltada ao processo de modernização da agricultura brasileira. No capítulo três, são apresentados os aspectos metodológicos utilizados na pesquisa. Após, no capítulo quatro, apresentam-se os principais resultados obtidos na

pesquisa, subdivididos entre a modernização no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná; e, por fim, apresentam-se as considerações finais do trabalho.

2 Modernização da agricultura

A partir da década de 1950, o Brasil iniciou um processo de intensificação dos métodos de industrialização e urbanização. Desse modo, a expansão das fronteiras agrícolas passou a ter certa relevância para a economia nacional, com sua geração de renda e emprego, permitindo ampliar áreas destinadas à produção agropecuária e transformar essas atividades comerciais em essenciais (LAVORATO; FERNANDES, 2016). Kageyama e Leone (2001) definem a modernização agrícola como um processo histórico de transformação do cultivo de plantas e criação de animais de modo artesanal para um processo mecanizado e de elevada produtividade, que permite a larga produção de produtos homogêneos, tanto para atender ao mercado interno quanto para exportar ao mercado internacional.

Bragagnolo e Barros (2015) apontam que, a partir da década de 1950, a política agrícola brasileira passou a focar na expansão de sua fronteira agrícola e, por consequência, na elevação da produção de alimentos. Também conforme os autores, já na década de 1960, a agricultura passou a desempenhar papel contributivo no processo de estabilização econômica do país, fruto de problemas internos – como a inflação – e também externos no período. O grande salto ocorreu em 1960, com a mecanização em grande escala nas plantações de soja, estimulada por créditos subsidiados (MENDONÇA, 2015).

O processo de modernização da agricultura, no Brasil, a partir da década de 1960, iniciou-se com a chamada Revolução Verde, quando se passaram a implementar novas formas de explorar a agricultura e a pecuária no país (BALSAN, 2006). Na percepção de Matos (2010), a Revolução Verde contribuiu para o desenvolvimento dos avançados sistemas de produção agrícola e para a implementação de tecnologias, que visavam à maximização e otimização da produtividade e rendimento dos cultivos nas mais diversas situações ecológicas. Nesse sentido, Costa Junior (2018) aponta que a produtividade se encontra entre os pontos mais relevantes para a produção agrícola, pois relaciona-se à maior eficiência da produção e à redução dos custos dos alimentos e produtos agrícolas em geral. Juntamente na busca por elevar a produtividade utilizando menor parcela de insumos possíveis, evidencia-se que tanto o aumento dos custos de insumos quanto a procura por sustentabilidade no meio rural passaram a exigir maior eficiência no uso de recursos na agricultura (ARANTES *et al.*, 2019).

Pinto, Coronel e Conte (2016) afirmam que antigas formas e técnicas de produção deram espaço para avançadas técnicas produtivas e maquinários modernos. Os autores também destacam que as mudanças tecnológicas trouxeram consigo a elevação da produtividade por hectare do solo, tecnologias com o intuito de elevar a eficiência produtiva da mão de obra e o uso de maquinários que otimizaram o escoamento, o transporte e a logística das produções. Ainda, Teixeira (2005) aponta que o conceito de modernização agrícola inclui o uso intensivo de máquinas, insumos químicos e técnicas para alcançar elevados rendimentos no processo produtivo. Salienta-se que diversos fatores contribuíram para o avanço da modernização agrícola, tais como a utilização de máquinas e implementos, fertilizantes e defensivos, entre outros.

O setor de máquinas e equipamentos agrícolas faz parte desse pacote de avanço tecnológico da agricultura. Com a ascensão do agronegócio brasileiro ao longo dos anos, o setor também cresceu, e o investimento tanto na quantidade de máquinas quanto na tecnologia empregada se tornou imprescindível. Conforme Dessbesell (2014), a atividade agrícola passou a ser vista como um negócio, com produtores cada vez mais profissionalizados, portadores de práticas e ferramentas que contribuem para a maximização dos lucros e minimização dos custos, tornando o uso dos recursos mais racional.

Considera-se importante para o desenvolvimento do estabelecimento rural e de seu ramo de atuação a obtenção de máquinas e equipamentos adequados ao seu tipo de produção, uma vez que eles contribuem para alavancar a produção e lucratividade através da mecanização e utilização de tecnologias. Segundo Souza e Lima (2003), o crédito rural propiciou grandes mudanças no setor – tais como inovações tecnológicas, insumos industrializados, aperfeiçoamento da base técnica e mecanização – ao alterar a forma de produzir e estreitar a relação do setor com os demais segmentos da economia.

De acordo com Figueiredo e Corrêa (2006), o uso de máquinas automotrizes na agricultura pode ser considerado um indicador de modernização que colabora para a maior intensidade do uso da terra e que também eleva a relação capital-trabalho. Em sua análise, Vian *et al.* (2013) observam que, durante o século XIX, o surgimento das máquinas e implementos gerou elevados ganhos de produtividade e de trabalho para a agricultura. Isso fez com que houvesse uma mudança definitiva nas técnicas de produção e um aumento da oferta de produtos agrícolas em âmbito mundial. Em contraponto, esses fatos levaram à redução da mão de obra na produção agrícola (VIAN *et al.*, 2013).

Entende-se, então, que o surgimento das máquinas e implementos agrícolas foi importante para o desenvolvimento do agronegócio brasileiro e para a modernização da agricultura como um todo. Há de se ressaltar os inúmeros investimentos em tecnologia para o desenvolvimento de tais ferramentas, que contribuíram, em parte, para que hoje o Brasil seja reconhecido como o celeiro do mundo.

3 Metodologia

Com o intuito de identificar os fatores condicionantes da modernização agrícola nos municípios do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, utilizou-se a técnica de análise fatorial, para que se pudesse realizar o cálculo do Índice Bruto de Modernização Agrícola (IBMA) e do Índice de Modernização Agrícola (IMA) para todos os municípios em estudo e, após, hierarquizá-los em termos de modernização agrícola. Posteriormente à análise dos índices para os municípios dos três estados, foi realizado o comparativo dos índices entre o Censo Agropecuário de 2006 e o de 2017, com o intuito de comparar o avanço da modernização dentro desse período de tempo. Ademais, os municípios de cada um dos estados foram hierarquizados conforme seu nível de modernização, obtido pelo cálculo dos índices do estudo.

O presente trabalho baseia-se em estudos anteriores da literatura sobre o tema abordado, que utilizaram a técnica da análise fatorial e a criação do índice IMA para analisar o fenômeno da modernização agrícola no Brasil. Entre esses estudos, destacam-se os de Costa *et al.* (2012), Pinto e Coronel (2015) e Pinto, Coronel e Conte (2016).

O universo de estudo é composto pelos dados do penúltimo Censo Agropecuário, do ano de 2006, e do último Censo Agropecuário, em que constam os dados do ano de 2017, que apresentam as variáveis utilizadas para o estudo. Foram selecionados os municípios dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná a partir dos dados necessários para a sua elaboração e análise, a fim de construir o indicador de modernização agrícola. Segundo dados do IBGE, o Rio Grande do Sul possui 497 municípios, Santa Catarina, 295, e o Paraná, 399 municípios.

A análise fatorial, a partir do método de componentes principais, segundo Pinto, Coronel e Conte (2016), é aplicada à união de variáveis latentes do estudo para mensurar a amplitude do processo de modernização. Ainda, conforme Hair Jr. *et al.* (2009), tal técnica analisa as correlações entre um significativo grupo de variáveis, apontando um conjunto de dimensões latentes comuns, conhecidas como fatores. Costa *et al.* (2012) afirmam que a análise fatorial

pressupõe que exista um menor número de variáveis não observáveis subjacentes aos fatores, que demonstram o que existe em comum nas variáveis originais.

De acordo com Mingoti (2005), um modelo de análise fatorial pode ser expresso da seguinte maneira (Equação 1):

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

Onde:

$X_i = (X_1, X_2, \dots, X_p)t$ é um vetor transposto de variáveis aleatórias observáveis;

a_{ij} é uma matriz (p x m) de coeficientes fixos denominados cargas fatoriais,

os quais descrevem o relacionamento linear de X_i e F_j ;

$F_j = (F_1, F_2, \dots, F_p)t$ é um vetor transposto (m < p) de variáveis latentes que descrevem os elementos não observáveis da amostra;

$\varepsilon_i = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p)t$ é um vetor transposto dos erros aleatórios, correspondentes aos erros de medição e à variação de X_i que não é explicada pelos fatores comuns F_j .

Greene (2008) destaca a necessidade de se padronizar as variáveis do estudo pelo fato de estas possuírem escalas diferentes, uma vez que a transformação errônea ou em diferentes escalas pode afetar negativamente os resultados. Conforme Bassab, Miazaki e Andrade (1990), é pertinente que se tornem comparáveis os objetos de estudo para que se reduzam os efeitos de escalas diferentes. Assim, o método de padronização das variáveis é dado por (Equação 2):

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

Onde:

Z é a variável padronizada;

X_i é a variável a ser padronizada;

\bar{X} é a média de todas as observações;

S é o desvio-padrão amostral.

Por fim, a partir da padronização das variáveis X_i , pode-se substituí-la pelo vetor das variáveis padronizadas Z_i , com o objetivo de sanar o problema de diferenças de unidade de escalas, como na Equação 2 (MINGOTI, 2005). Dessa maneira, a Equação 1 é reescrita por:

$$Z_i = \alpha_{ij}F_j + \varepsilon_i \quad (3)$$

Para a construção do Índice Bruto de Modernização Agrícola (IBMA), é preciso estimar os escores associados a cada fator após a rotação ortogonal (PINTO; CORONEL; CONTE, 2016). No presente trabalho, foi utilizada a técnica da transformação ortogonal dos fatores originais pelo método Varimax. Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004) observam que o método Varimax procura minimizar o número de variáveis fortemente relacionadas com cada fator, permitindo facilitar a interpretação dos fatores.

Além disso, conforme metodologia aplicada por Pinto e Coronel (2015) e Costa *et al.* (2012), com o objetivo de verificar se a análise fatorial utilizada se ajusta aos dados do modelo, realizam-se os testes de Esfericidade de Bartlett e o Critério de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). O primeiro serve para determinar se há presença de correlação entre as variáveis, em que se testa a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade cujas variáveis não são correlacionadas (COSTA *et al.*, 2012). Já o teste de KMO cria um índice que varia de 0 a 1 para verificar a adequação dos dados, por meio do qual são comparadas as correlações simples e parciais entre as variáveis cujos dados são adequados à análise com resultados acima de 0,5 (MINGOTI, 2005). Por fim, para testar a confiabilidade das variáveis em estudo, estima-se o Alfa de Cronbach, onde a estatística varia de 0 a 1 e seu valor mínimo aceitável de confiabilidade é de 0,7 (HAIR JR. *et al.*, 2009).

Conforme Costa *et al.* (2012), depois de se obter os fatores, identificá-los e determinar seus respectivos escores fatoriais, torna-se possível analisar o grau de modernização dos estados da Região Sul do Brasil. Ainda, conforme os autores, primeiramente se determina o Índice Bruto de Modernização Agrícola (IBMA) e, posteriormente, obtém-se o Índice de Modernização Agrícola Relativa (IMA) para a construção do índice, conforme metodologia utilizada por Pinto e Coronel (2015) e Lavorato e Fernandes (2016), que seguem a metodologia de cálculo de Costa *et al.* (2012). Assim, demonstra-se, na Equação 4, a construção do IBMA a partir da junção dos fatores obtidos.

$$IBMA_i = \sum_{j=1}^p \frac{\lambda_j}{\sum \lambda_j} F_{ji}^* \quad (4)$$

Onde:

$IBMA_i$ refere-se ao Índice Bruto de Modernização do i -ésimo município analisado;

j refere-se à j -ésima raiz característica;

p representa o número de fatores extraídos na análise;

F_{ji}^* é o j -ésimo escore fatorial do i -ésimo município analisado;

$\sum \lambda_j$ representa o somatório das raízes características referentes aos p fatores extraídos, sendo que $\lambda_j / (\sum \lambda_j)$ diz respeito à participação relativa do fator j na explicação da variância total captada pelos p fatores extraídos.

Cabe ressaltar que a metodologia do IBMA, usada por Costa *et al.* (2012), emprega o método de distribuição simétrica em torno da média zero dos escores fatoriais de cada município dos três estados em estudo, assim, construindo um índice para cada estado. Lemos (2001) aponta que, para evitar que elevados escores fatoriais negativos aumentem a magnitude dos índices associados a esses municípios, transformam-se os escores fatoriais com o objetivo de trazê-los para o primeiro quadrante. O procedimento antes da estimação do IBMA é expresso pela Equação 5:

$$F_{ji} = \frac{(F_{ji} - F_j^{min})}{(F_j^{max} - F_j^{min})} \quad (5)$$

Em que:

F_{ji} são os escores fatoriais;

F_j^{max} é o valor máximo observado para o j -ésimo escore fatorial associado ao i -ésimo município;

F_j^{min} é o valor mínimo observado para o j -ésimo escore fatorial associado ao i -ésimo município.

Depois de calcular o IBMA, o IMA é determinado por meio de ponderação, em que se considera o maior valor de IBMA como 100, para cada município dos três estados (COSTA *et al.*, 2012; PINTO; CORONEL, 2015). Lavorato e Fernandes (2016) defendem que tal ajuste pode

melhor avaliar os resultados obtidos, tornando o município com resultado mais expressivo como base de comparação para os demais. Por fim, foram utilizados, como critério de avaliação, os resultados que vão do maior ao menor nível de modernização agrícola dos estados em estudo.

Os dados utilizados para a pesquisa foram coletados do Censo Agropecuário de 2017 e do Censo Agropecuário de 2006, todos disponíveis no *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Nesse sentido, conforme metodologia utilizada por Costa *et al.* (2012), Pinto e Coronel (2015), Lavorato e Fernandes (2016) e Gelatti *et al.* (2020), juntamente com o delineamento do autor, a fim de determinar os fatores condicionantes da modernização, foram selecionadas 20 variáveis para cada estado da Região Sul do Brasil.

Desse modo, todas as variáveis estudadas são expressas em relação à área explorada (AE) e ao pessoal ocupado (PO). Para Costa *et al.* (2012), AE refere-se à soma das áreas de lavouras temporárias e permanentes, pastagens e matas naturais, e pastagens e matas plantadas. Já PO refere-se à homogeneização do trabalho de homens, mulheres e crianças. Com o intuito de descrever o processo de modernização, utilizaram-se as variáveis descritas na tabela 1.

Tabela 1 – Variáveis para caracterização da modernização agrícola nos municípios do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná

Número de variáveis	Variável
X1	Número total de tratores/AE
X2	Número total de tratores/PO
X3	Número total de colheitadeiras/AE
X4	Número total de colheitadeiras/PO
X5	Número de estabelecimentos agropecuários com uso de irrigação/AE
X6	Número de estabelecimentos agropecuários com uso de irrigação/PO
X7	Número de estabelecimentos com acesso à assistência técnica/AE
X8	Número de estabelecimentos com acesso à assistência técnica/PO
X9	Número de estabelecimentos agropecuários que fazem uso de financiamentos/AE
X10	Número de estabelecimentos agropecuários que fazem uso de financiamentos/PO
X11	Número de estabelecimentos que fazem uso de agrotóxicos/AE
X12	Número de estabelecimentos que fazem aplicação de calcário ou outros corretivos de solo/AE
X13	Número total de estabelecimentos com despesas em sementes e mudas/AE
X14	Número total de estabelecimentos com despesas em sementes e mudas/PO
X15	Número total de estabelecimentos com despesas em agrotóxicos/AE
X16	Número total de estabelecimentos com despesas em agrotóxicos/PO
X17	Número total de estabelecimentos com despesas em adubos e corretivos de solo/AE
X18	Número total de estabelecimentos com despesas em adubos e corretivos de solo/PO
X19	Valor total da produção em mil reais/AE
X20	Valor total da produção em mil reais/PO

Fonte: Elaborada pelos autores com base em Pinto e Coronel (2015) e Gelatti *et al.* (2020)

Os softwares utilizados foram o *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 22.0 e o *Microsoft Excel* 2010, em que foram realizados, respectivamente, os procedimentos de análise fatorial e o cálculo dos índices.

4 Análise e discussão dos resultados

Amparada nos dados das vinte variáveis referentes à modernização agrícola nos estados da Região Sul do país, através dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017, para os 1.187 municípios, objetos de análise do estudo, a análise fatorial foi realizada a fim de indicar, a partir dessas variáveis, quais são os fatores determinantes da modernização agrícola. Desse modo, inicialmente foi necessário verificar a adequabilidade da realização desse procedimento, que, neste caso, foi feita pelos testes de Bartlett e o critério de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).

Quanto ao teste de esfericidade de Bartlett, seu objetivo é examinar a probabilidade estatística da existência de correlações significativas entre as variáveis de análise. Costa *et al.* (2012) destacam que, com a testagem da existência de correlação entre as variáveis, identifica-se a probabilidade estatística de que a matriz de correlações tenha correlações significativas entre algumas das variáveis. Sendo assim, testa-se a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade, que não há correlação entre as variáveis. No caso deste estudo, a estatística do teste de Bartlett apresentou valor de significância menor que 1%, demonstrando evidência estatística e adequabilidade para a análise fatorial tanto para o censo agropecuário do ano de 2006 quanto para o do ano de 2017.

O outro procedimento realizado, o teste de KMO, tem como objetivo verificar a viabilidade da análise fatorial comparando as correlações simples e parciais, quantificando-as de 0 a 1. Assim, o teste de KMO compara a magnitude do coeficiente de correlação observado com a magnitude do coeficiente de correlação parcial (CRUZ; RIBEIRO; LIMA, 2006). Neste trabalho, o resultado do teste de KMO para o Censo Agropecuário de 2006 foi de 0,77 e, para o Censo Agropecuário de 2017, de 0,76. Desse modo, ambos demonstram viabilidade técnica, considerando que os dados são adequados à análise com resultados acima de 0,5 (MINGOTI, 2005). Portanto, ambos os testes demonstram a possibilidade de realização da análise fatorial para atingir os objetivos do estudo.

Também outra característica referente às variáveis de estudo diz respeito à confiabilidade. Por meio da estimação do Alfa de Cronbach, obteve-se um valor de 0,879 para

2006 e 0,902 para 2017. Dessa forma, os dados utilizados para a pesquisa apresentaram um valor satisfatório referente à confiabilidade (HAIR JR. *et al.*, 2009).

Com a execução da análise fatorial utilizando o método de componentes principais e o método de rotação ortogonal Varimax, constatou-se que as vinte variáveis foram sintetizadas em quatro fatores de modernização agrícola para ambos os anos em estudo. Conforme apresentado na tabela 2, os quatro fatores em conjunto explicam 76,63% da variância total dos dados para o Censo Agropecuário de 2006 e 78,80% para o Censo Agropecuário de 2017. Segundo Hair Jr. *et al.* (2009), valores acima de 60% já são considerados satisfatórios.

Tabela 2 – Autovalores da matriz e variância explicada das correlações para as variáveis de modernização agrícola dos municípios do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, nos anos de 2006 e 2017

Fator	2006			2017		
	Autovalor	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)	Autovalor	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
1	7,68	38,41	38,41	7,01	35,01	35,01
2	3,66	18,32	56,73	4,68	23,43	58,44
3	2,53	12,67	69,40	2,44	12,22	70,66
4	1,44	7,22	76,63	1,62	8,13	78,80

Fonte: Elaborada pelos autores

Após a definição do número de fatores a serem utilizados, as comunalidades e as cargas fatoriais associadas às variáveis são apresentadas na tabela 3 para o ano de 2006 e, na tabela 4, para o ano de 2017. Segundo Pinto e Coronel (2015), as comunalidades representam o poder de explicação de cada variável, sendo que valores próximos ou superiores a 0,5 são satisfatórios; já nas cargas fatoriais, valores acima de 0,6 apresentam a maior contribuição de uma variável na composição do fator.

A análise da tabela 3 permite observar as características dos quatro fatores de modernização agrícola para o Censo Agropecuário de 2006. Os valores grifados em negrito identificam as variáveis para cada um dos quatro fatores. Desse modo, o Fator 1 é composto pelas variáveis X7, X9, X11, X12, X13, X14, X15 e X17, totalizando oito variáveis, que, juntas, explicam 38,41% do total da variância. Todas as variáveis deste fator, com exceção da X14, referem-se à área total explorada (AE). Assim, ao considerar as características das variáveis, este fator é denominado como “Fator Busca por Produtividade Agrícola”, identificando-se nelas, características como despesas em insumos, que são essenciais para a busca por bons índices

produtivos, aliadas à assistência técnica e à oferta de crédito aos produtores por meio de financiamentos.

Tabela 3 – Comunalidades e cargas fatoriais das variáveis de modernização dos municípios dos três estados após rotação ortogonal para 2006

Variáveis	Cargas fatoriais				Comunalidades
	F1	F2	F3	F4	
X1	0,483	0,176	0,673	0,191	0,753
X2	-0,329	0,615	0,518	0,219	0,803
X3	0,211	0,710	0,018	0,066	0,554
X4	-0,329	0,812	0,036	0,136	0,788
X5	0,227	-0,114	0,881	0,001	0,840
X6	-0,101	0,017	0,857	-0,064	0,749
X7	0,868	0,122	0,139	0,125	0,803
X8	0,249	0,706	0,033	0,109	0,573
X9	0,890	0,185	-0,188	-0,030	0,863
X10	0,517	0,623	-0,351	-0,129	0,796
X11	0,955	0,119	0,038	0,021	0,928
X12	0,795	0,152	0,198	0,041	0,696
X13	0,864	0,069	0,032	-0,047	0,754
X14	0,584	0,403	-0,060	-0,166	0,535
X15	0,951	0,141	0,032	0,011	0,926
X16	0,552	0,701	-0,102	-0,098	0,816
X17	0,942	0,045	0,183	0,022	0,923
X18	0,501	0,639	0,072	-0,132	0,682
X19	0,477	-0,006	0,158	0,738	0,796
X20	-0,210	0,129	-0,056	0,828	0,750

Fonte: Elaborada pelos autores

O Fator 2 é composto pelas variáveis X2, X3, X4, X8, X10, X16 e X18, totalizando sete variáveis, que, juntas, explicam 18,32% do total da variância. Com exceção da variável X3, todas as demais relacionam-se ao Pessoal Ocupado (PO). Portanto, este fator é denominado como “Fator Mecanização e Força de Trabalho”, compreendendo aspectos como a quantidade de tratores e colheitadeiras em relação ao pessoal ocupado nas atividades agrícolas.

Seguindo, o Fator 3 é composto pelas variáveis X1, X5 e X6, que, somadas, explicam 12,67% da variância total. Dessa forma, nomeia-se este fator como “Fator Mecanização e Irrigação”, haja vista os notáveis investimentos em irrigação ao longo das safras, objetivando aumentar a produtividade na mesma área e atividade agrícola.

Por último, o Fator 4 é composto pelas variáveis X19 e X20, que, juntas, explicam 7,22% da variância total. Assim, denomina-se este fator como “Fator Monetário de Trabalho”, o qual contempla o valor total, em reais, de toda a produção agropecuária da região sul brasileira. Após abordar os fatores para o Censo Agropecuário de 2006, adentra-se à análise dos fatores para o

Censo Agropecuário de 2017. Assim, são apresentadas, na tabela 4, as comunalidades e cargas fatoriais associadas às variáveis para o ano de 2017.

Tabela 4 – Comunalidades e cargas fatoriais das variáveis de modernização dos municípios dos três estados após rotação ortogonal para 2017

Variáveis	Cargas fatoriais				Comunalidades
	F1	F2	F3	F4	
X1	0,708	0,136	0,543	0,178	0,847
X2	-0,174	0,648	0,462	0,352	0,787
X3	0,108	0,729	0,123	0,296	0,647
X4	-0,366	0,734	0,088	0,404	0,843
X5	0,333	-0,122	0,850	-0,037	0,849
X6	-0,051	-0,015	0,870	-0,135	0,778
X7	0,754	0,135	0,080	0,031	0,594
X8	0,279	0,752	-0,007	-0,022	0,644
X9	0,783	0,401	-0,069	0,006	0,779
X10	0,186	0,843	-0,188	0,036	0,782
X11	0,941	0,196	0,048	-0,126	0,942
X12	0,638	0,024	0,543	-0,004	0,703
X13	0,919	0,180	0,078	-0,144	0,903
X14	0,450	0,739	-0,110	-0,267	0,833
X15	0,941	0,196	0,048	-0,126	0,942
X16	0,478	0,752	-0,129	-0,233	0,864
X17	0,934	0,070	0,195	-0,136	0,934
X18	0,469	0,689	0,018	-0,347	0,815
X19	0,576	0,082	-0,005	0,596	0,693
X20	-0,201	0,026	-0,124	0,725	0,583

Fonte: Elaborada pelos autores

Através da análise da tabela 4, denotam-se as características dos quatro fatores de modernização agrícola para o Censo Agropecuário de 2017. Os valores grifados em negrito identificam as variáveis para cada um dos quatro fatores. Inicialmente, o Fator 1 é formado pelas variáveis X1, X7, X9, X11, X12, X13, X15 e X17. Do total, este fator contempla oito variáveis, que, juntas, explicam 35,01% do total da variância; ainda, todas as variáveis deste fator relacionam-se à área explorada (AE). Desse modo, as características deste fator permitem denominá-lo como “Fator Desempenho Produtivo Tecnológico”, através da busca por crescimento produtivo em uma mesma área, usando tecnologias embarcadas nas sementes, fertilizantes e agrotóxicos.

O Fator 2 é formado pelas variáveis X2, X3, X4, X8, X10, X14, X16 e X18. Todas as variáveis deste fator, com exceção da X3, relacionam-se ao total de pessoas ocupadas na atividade (PO) e somam oito das vinte variáveis do estudo; quanto à variância, este fator explica 23,43% do total. Assim, pelas características que o fator engloba, este foi nomeado de “Fator Mecanização e Despesas Frente ao Capital Humano na Atividade”, pois detém aspectos relacionados à

mecanização (tratores e colheitadeiras) e aos investimentos (despesas) com insumos na atividade produtiva.

Quanto ao Fator 3, este é formado pelas variáveis X5 e X6. Tal fator explica 12,22% do total da variância e denomina-se “Fator Uso de Irrigação”, representando o número de estabelecimentos agropecuários que usam diferentes formas de irrigação em suas atividades produtivas, a fim de alavancarem suas produtividades.

Por último, o Fator 4 é composto pelas variáveis X19 e X20, que, juntas, explicam 8,13% da variância total. Assim, denomina-se este fator como “Fator Monetário de Trabalho”, pois abrange as duas variáveis relacionadas ao valor total de todas as atividades agropecuárias pesquisadas pelo censo de 2017.

De maneira geral, após identificar os fatores encontrados através da técnica de análise fatorial para o censo agropecuário dos anos de 2006 e 2017 e compará-los, é observada a ocorrência de mudança na formação dos fatores responsáveis pela modernização da agricultura nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Primeiramente, identifica-se que os fatores oriundos do Censo Agropecuário de 2006 baseiam-se na relação entre a área explorada, a força de trabalho e o uso de insumos, tais como adubos e corretivos, sementes e mudas, agrotóxicos, além do acesso à assistência técnica e da tomada de crédito por meio de financiamentos, a fim de possibilitar os investimentos na atividade.

Outro ponto a se analisar refere-se à força de trabalho utilizada no campo, ou seja, o material humano que propicia e faz parte da modernização, havendo relação entre a área explorada e a força de trabalho. Portanto, considerando os fatores, os maiores índices de modernização estariam alocados nos municípios que investem em insumos e estrutura produtiva na área explorada, aumentando seu capital e, após, utilizando-se de créditos como os financiamentos para alavancar seus investimentos (GELATTI *et al.*, 2020). Nessa mesma percepção, Pinto e Coronel (2015) afirmam que, no Censo Agropecuário de 2006, fatores como a utilização de equipamentos e máquinas, despesas com insumos, utilização de financiamentos em relação à mão de obra e à terra explorada contribuem para a modernização agrícola.

Em relação ao Censo Agropecuário de 2017, após a realização das técnicas de análise fatorial e a definição dos fatores, estes indicam que a modernização agrícola teve certa mudança na dinâmica em comparação ao Censo Agropecuário de 2006. O uso de agrotóxicos, adubos e corretivos de solo se torna mais evidente pela expansão das áreas cultivadas e intensificação das produções e safras dentro do mesmo ano. Também se mantiveram evidentes, no decorrer dos anos, a busca por financiamentos e o acesso à assistência técnica, a primeira por ser necessária

para alavancar a produção e permitir o investimento em máquinas, insumos e irrigação, e o segundo pelo fato de a agropecuária brasileira estar cada vez mais avançada e dinâmica, fazendo crescer a demanda por assistência técnica nas mais variadas áreas do agronegócio.

Observa-se também a mão de obra mecanizada de trabalho, constatando-se que os municípios com maiores índices de modernização buscam desenvolver investimentos tecnológicos diretos em sua atividade produtiva e na aplicação de tecnologia na mecanização agrícola, utilizando-se do crédito agrícola e assistência técnica como ferramentas para aumentar seu desempenho e rentabilidade (GELATTI *et al.*, 2020). Desse modo, após abordar os fatores de modernização agrícola para os estados da Região Sul do país, adentra-se à análise da modernização agrícola nos municípios em cada um dos três estados.

4. 1 Modernização agrícola nos municípios do Rio Grande do Sul

A modernização agrícola no Rio Grande do Sul é mensurada através do Índice de Modernização Agrícola (IMA), que se utiliza dos escores fatoriais para a construção do Índice Bruto de Modernização Agrícola (IBMA) e, posteriormente, a ponderação desse índice para se alcançar o IMA. O valor médio de IMA encontrado para o Rio Grande do Sul, no Censo Agropecuário de 2006, foi de 0,592 e, para o Censo Agropecuário de 2017, de 0,580. No decorrer da formação econômica gaúcha, a agricultura e a pecuária foram e ainda são pilares importantes para o desenvolvimento, destacando-se por serem atividades desenvolvidas em termos produtivos e tecnológicos, se comparadas com as demais regiões brasileiras (FOCHEZATTO; GHINIS, 2012). O Rio Grande do Sul possui, em seu contexto histórico, a vocação para as atividades agropecuárias, ocupando lugar de destaque pelos seus métodos e formas de produzir, processar e comercializar produtos oriundos do campo (PINTO; CORONEL, 2015).

No que se refere aos IMAs dos municípios, a tabela 5 demonstra o *ranking* dos cinco municípios com maiores índices para os censos em estudo, enquanto a tabela 6 apresenta o *ranking* dos cinco municípios com os menores índices para os anos censitários de 2006 e 2017.

Ao analisar conjuntamente os censos agropecuários de 2006 e 2017, pode-se observar que a ocorrência dos municípios com maiores índices se mantém praticamente nas mesmas mesorregiões, com destaque à Centro Oriental Rio-grandense, Metropolitana de Porto Alegre e Noroeste Rio-grandense. Os municípios com melhores colocações no IMA possuem algumas características em comum, tais como sua pequena população em geral e de pequenas e médias áreas territoriais.

Tabela 5 – Maiores IMAs dos municípios gaúchos em 2006 e 2017

<i>Ranking</i>	Municípios 2006	Mesorregião	IMA 2006	Municípios 2017	Mesorregião	IMA 2017
1	Mato Leitão	Centro Oriental	1,000	Feliz	Metropolitana	1,000
2	Feliz	Metropolitana	0,993	Harmonia	Metropolitana	0,946
3	Vale Real	Metropolitana	0,955	Monte Belo do Sul	Nordeste	0,931
4	Pareci Novo	Metropolitana	0,939	Vale Real	Metropolitana	0,922
5	Novo Barreiro	Noroeste	0,906	Bom Princípio	Metropolitana	0,911

Fonte: Elaborada pelos autores

Os municípios localizados na Região Metropolitana de Porto Alegre, Centro Oriental Rio-grandense e parte do Nordeste Rio-grandense possuem alta vocação industrial e agrícola, voltada ao cultivo de vinhedos e hortifrutigranjeiros e à exploração do turismo rural. Souza e Maraschin (2019) destacam, por exemplo, a relevância econômica estadual da região da serra gaúcha, pela concentração de grandes indústrias e, também, em nível nacional e internacional, pela importância do setor da vitivinicultura.

Dessa forma, após análise dos municípios com maiores índices de modernização agrícola, adentra-se à análise dos cinco municípios com menores índices de modernização, constantes na tabela 6.

Tabela 6 – Menores IMAs dos municípios gaúchos em 2006 e 2017

<i>Ranking</i>	Municípios 2006	Mesorregião	IMA 2006	Municípios 2017	Mesorregião	IMA 2017
1	Balneário Pinhal	Metropolitana	0,288	Imbé	Metropolitana	0,275
2	Minas do Leão	Metropolitana	0,296	Balneário Pinhal	Metropolitana	0,278
3	Lavras do Sul	Sudoeste	0,297	Xangri-lá	Metropolitana	0,293
4	Santa Vitória do Palmar	Sudeste	0,303	Pinheiro Machado	Sudeste	0,299
5	Chuí	Sudeste	0,304	Capão da Canoa	Metropolitana	0,306

Fonte: Elaborada pelos autores

Esses municípios com as menores colocações no índice possuem algumas características similares que contribuem para a baixa modernização agrícola, tais como serem do litoral gaúcho e terem pouca exploração agropecuária, e sua atividade econômica estar mais voltada ao turismo local. Apesar de uma parte desses municípios estar localizada na mesorregião Metropolitana de Porto Alegre e esta ser a mais desenvolvida economicamente do estado, isso não se reflete na modernização agrícola em questão. Aquino, Gazzola e Schneider (2016) apontam que, dentre as regiões gaúchas, as citadas anteriormente são as que sofrem maior impacto em termos de desenvolvimento e modernização agrícola, mesmo situadas em regiões mais desenvolvidas

economicamente, pelo fato de possuírem, por exemplo, fatores de trabalho menos propícios se comparados com os da região Noroeste gaúcha.

Outro ponto relevante é o número de municípios com baixo desenvolvimento agrícola localizados nas mesorregiões Sudoeste e Sudeste Rio-grandense. Eles se caracterizaram por possuir vastas áreas de terras, com poucos estabelecimentos rurais, e, desse modo, concentram grandes quantidades de terras pouco exploradas. Para Gelatti *et al.* (2020), municípios com baixo IMA possuem, de modo geral, carência de inovações e tecnologias de cunho agrícola, resultados estes que podem estar relacionados, de alguma forma, aos fatores históricos, à extensão territorial das propriedades, à concentração da atividade pecuária e à baixa rentabilidade da atividade agrícola.

4.2 Modernização agrícola nos municípios de Santa Catarina

A modernização agrícola em Santa Catarina é apresentada através do Índice de Modernização Agrícola (IMA), cujos escores fatoriais são utilizados para a construção do Índice Bruto de Modernização Agrícola (IBMA) e, posteriormente, a ponderação desse índice para se alcançar o IMA. O valor médio de IMA encontrado para Santa Catarina, no Censo Agropecuário de 2006, foi de 0,545 e, no Censo Agropecuário de 2017, de 0,553. Nota-se uma leve melhoria na média do índice de modernização catarinense, situando o estado entre os principais produtores agropecuários brasileiros. Além disso, grande parte de seus municípios possui atividades econômicas no sistema familiar de produção. Desse modo, o aumento da oferta de crédito rural nos últimos anos passou a fortalecer a agricultura familiar e a ser um ponto importante para a modernização agropecuária do estado (MATTEI; FOSSÁ, 2017).

No que se refere aos IMAs dos municípios catarinenses, a tabela 7 demonstra o *ranking* dos cinco municípios com maiores índices para os censos em estudo, enquanto a tabela 8 apresenta o *ranking* para os cinco municípios com os menores índices para os anos censitários de 2006 e 2017. Ao analisar a conjuntura dos dois censos agropecuários, observa-se que os municípios com os mais elevados índices de modernização agropecuária se localizam, majoritariamente, nas mesmas mesorregiões, nomeadamente o Vale do Itajaí, o Sul Catarinense e o Oeste Catarinense.

De modo geral, o Vale do Itajaí é formado por municípios com populações pequenas e com vocação predominantemente agrícola, com destaque para a produção de cebola, fumo, milho e feijão como fonte de renda e atividade econômica. Já em relação à mesorregião Sul

Catarinense, está também se caracteriza pelas pequenas populações e suas atividades agrícolas pautadas na criação de aves e suínos, no cultivo de fumo, feijão, arroz e na produção de mel (TESE; MATTEI, 2019).

Tabela 7 – Maiores IMAs dos municípios catarinenses em 2006 e 2017

<i>Ranking</i>	Municípios 2006	Mesorregião	IMA 2006	Municípios 2017	Mesorregião	IMA 2017
1	Imbuia	Vale do Itajaí	1,000	Imbuia	Vale do Itajaí	1,000
2	Ituporanga	Vale do Itajaí	0,907	Ituporanga	Vale do Itajaí	0,884
3	Atalanta	Vale do Itajaí	0,868	Chapadão do Lageado	Vale do Itajaí	0,853
4	Chapadão do Lageado	Vale do Itajaí	0,863	Atalanta	Vale do Itajaí	0,833
5	Sombrio	Sul Catarinense	0,858	Sombrio	Sul Catarinense	0,819

Fonte: Elaborada pelos autores

Também, deve-se ressaltar a importância econômica e agropecuária da mesorregião do Oeste Catarinense, importante região produtora de grãos, gado leiteiro, aves e suínos do país. Conforme Tonezer, Trzcinski e Arns (2017), com a modernização agrícola da região, nas décadas de 1960 e 1970, surgiram os complexos agroindustriais, que passaram a beneficiar a matéria-prima dos agricultores, demandando maior quantidade produzida e em menor tempo, o que exigiu aperfeiçoamento por parte dos produtores. Assim, após análise dos municípios com maiores índices de modernização agrícola, apresenta-se, na tabela 8, o *ranking* dos cinco municípios com menores índices de modernização.

Tabela 8 – Menores IMAs dos municípios catarinenses em 2006 e 2017

<i>Ranking</i>	Municípios 2006	Mesorregiões	IMA 2006	Municípios 2017	Mesorregiões	IMA 2017
1	Laguna	Sul Catarinense	0,278	Timbó Grande	Norte Catarinense	0,294
2	Bombinhas	Vale do Itajaí	0,281	Painel	Serrana	0,301
3	Balneário Arroio do Silva	Sul Catarinense	0,285	São Cristóvão do Sul	Serrana	0,309
4	Santa Cecília	Serrana	0,288	Laguna	Sul Catarinense	0,312
5	Timbó Grande	Norte Catarinense	0,295	Balneário Arroio do Silva	Sul Catarinense	0,321

Fonte: Elaborada pelos autores

A análise dos dois censos agropecuários permite observar que, entre os cinco menores IMAs, houve um aumento do número de municípios com baixo índice de modernização agrícola

localizados na mesorregião Serrana. De acordo com Craice e Pezzo (2015), essa mesorregião é caracterizada pela produção agrícola e pecuária, pela indústria moveleira, de papel e celulose, com sua concentração comercial alocada nas maiores cidades da mesorregião, que são Lages, São Joaquim e Curitiba. Nesse sentido, Tese e Mattei (2019) citam o turismo rural como importante fonte de renda, juntamente com a pecuária e a indústria florestal.

Quanto ao norte Catarinense, este tem a indústria como principal atividade econômica, com destaque ao setor moveleiro e, em menor grau, o setor agropecuário (CRAICE; PEZZO, 2015). Ainda segundo Tese e Mattei (2019), a vocação industrial da região, como, por exemplo, a industrial metalmeccânica de Joinville, município mais populoso do estado, resulta em uma menor vocação agropecuária dessas duas mesorregiões em relação às demais estudadas.

4.3 Modernização agrícola nos municípios do Paraná

A modernização agrícola no Paraná é apresentada através do Índice de Modernização Agrícola (IMA), cujos escores fatoriais são utilizados para a construção do Índice Bruto de Modernização Agrícola (IBMA) e, posteriormente, a ponderação desse índice para se alcançar o IMA. O valor médio de IMA encontrado para o Paraná, no Censo Agropecuário de 2006, foi de 0,552 e, no Censo Agropecuário de 2017, de 0,379. Apesar da redução na média do IMA de 2006 para 2017, o estado ainda se mantém com altos níveis produtivos e com uma intensa modernização em seu setor agrícola (Tabela 9). Para Buturi e Garcias (2020), pode-se elencar alguns pontos relevantes para o bom desenvolvimento agropecuário paranaense, tais como a diversificação de atividades, as condições climáticas, o uso adequado de material genético, o zoneamento de determinadas culturas e a integração agroindustrial.

Tabela 9 – Maiores IMAs dos municípios paranaenses em 2006 e 2017

<i>Ranking</i>	Municípios 2006	Mesorregião	IMA 2006	Municípios 2017	Mesorregião	IMA 2017
1	Almirante Tamandaré	Metropolitana de Curitiba	1,000	Colombo	Metropolitana de Curitiba	1,000
2	Piên	Metropolitana de Curitiba	0,993	Curitiba	Metropolitana de Curitiba	0,894
3	Colombo	Metropolitana de Curitiba	0,992	Piên	Metropolitana de Curitiba	0,664
4	Doutor Camargo	Norte Central Paranaense	0,955	Fazenda Rio Grande	Metropolitana de Curitiba	0,640
5	Pérola d'Oeste	Sudoeste Paranaense	0,924	Entre Rios do Oeste	Oeste Paranaense	0,617

Fonte: Elaborada pelos autores

No que se refere aos IMAs dos municípios paranaenses, a tabela 9 apresenta o *ranking* dos cinco municípios com maiores índices para os censos em estudo, enquanto a tabela 10 apresenta o *ranking* para os cinco municípios com os menores índices para os anos censitários de 2006 e 2017. Ao verificar a conjuntura dos dois censos agropecuários, 2006 e 2017, observa-se que, entre os cinco melhores índices de modernização, mais da metade deles encontram-se nas mesmas mesorregiões, com destaque para o Oeste Paranaense e para a região Metropolitana de Curitiba.

Em relação ao Oeste Paranaense, esta mesorregião é marcada, historicamente, pelo avanço da ocupação de terras por pequenos produtores agrícolas, muitos deles vindos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina em busca de novas oportunidades (XAVIER, 2018). Contudo, ao passar das décadas, o agronegócio nessa região passou a se desenvolver, com pequenos, médios e grandes produtores fortemente amparados pelo cooperativismo. Segundo Cielo, Wenningkamp e Schmidt (2014), o cooperativismo, nessa região, é um dos mais representativos do Brasil, nas mais variadas áreas da agroindústria, agricultura, avicultura, suinocultura e produção de leite e vegetais. Corroborando essa percepção, Xavier (2018) aponta as cooperativas agroindustriais como importantes pilares na consolidação do Oeste Paranaense como uma região altamente produtiva.

Após análise dos municípios com maiores índices de modernização agrícola, adentra-se, a partir dos dados constantes na tabela 10, à análise dos cinco municípios com menores índices de modernização.

Tabela 10 – Menores IMAs dos municípios paranaenses em 2006 e 2017

<i>Ranking</i>	Municípios 2006	Mesorregião	IMA 2006	Municípios 2017	Mesorregião	IMA 2017
1	Tunas do Paraná	Metropolitana de Curitiba	0,314	Adrianópolis	Metropolitana de Curitiba	0,209
2	Douradina	Noroeste Paranaense	0,324	Tunas do Paraná	Metropolitana de Curitiba	0,232
3	Campina Grande do Sul	Metropolitana de Curitiba	0,335	Paranapoema	Noroeste Paranaense	0,232
4	Doutor Ulysses	Metropolitana de Curitiba	0,339	Inajá	Noroeste Paranaense	0,234
5	Adrianópolis	Metropolitana de Curitiba	0,339	Guairaçá	Noroeste Paranaense	0,242

Fonte: Elaborada pelos autores

O IMA dos censos agropecuários de 2006 e 2017 evidencia duas mesorregiões com menor nível de modernização no estado, ao se considerar os cinco menores resultados. A primeira é a mesorregião Noroeste Paranaense, que apresentou certo crescimento nos baixos índices de

modernização no confronto entre os censos. Essa região está entre as mais pobres do Paraná se comparada às demais, contudo vem apresentando melhorias no que se refere à demanda por emprego industrial e aos serviços nos últimos anos (TOMÉ; LIMA, 2014).

Outro ponto a se destacar nessa região é a limitação do uso do solo, principalmente pela ocorrência de arenito Caiuá, muito suscetível à erosão, o que inviabiliza a expansão mais acentuada de certas culturas anuais. Com isso, resta apenas a pecuária extensiva como opção de exploração dessas áreas (PINTO; LOPES; CORONEL, 2014).

A outra mesorregião em que se localizam alguns municípios com baixos índices de modernização foi a Metropolitana de Curitiba. Essa região agrega tanto municípios com altos índices quanto municípios com baixos índices de modernização agropecuária. De acordo com Pinto, Lopes e Coronel (2014), por se tratar de uma região com grande zona urbana, a atividade econômica está mais voltada ao setor industrial e de serviços – a participação do agronegócio aparece em menor escala, mas mesmo assim é bem desenvolvida. Corroborando essa observação, Pinto, Coronel e Conte (2016) apontam que a região Metropolitana de Curitiba, com o passar dos anos, desenvolveu seu parque industrial e o seu interior, especializando-se cada vez mais na agricultura.

5 Considerações finais

Os principais resultados obtidos por meio desta pesquisa permitiram verificar que os municípios com elevado índice de modernização agrícola estão localizados nas mesorregiões Noroeste e Centro Oriental gaúcha, Vale do Itajaí e Oeste Catarinense, e Oeste, Norte Central e Metropolitana Paranaense. Nessas regiões, estão concentrados vários dos principais municípios produtores agrícolas de soja, milho, arroz, trigo, cultivo de videiras e hortifrutigranjeiros. Ainda, é neles que se localizam grandes cidades com desenvolvimento industrial voltado ao agronegócio.

Por outro lado, identificaram-se municípios com baixo índice de desenvolvimento agrícola nas mesorregiões Sudoeste, Sudeste e Nordeste gaúcha, Serrana, Norte e partes da Grande Florianópolis, em Santa Catarina, e as mesorregiões Noroeste, Norte Pioneiro, Centro Ocidental, Centro Sul e partes do Centro Oriental Paranaense. Nessas regiões, são observados baixo nível de exploração da terra, áreas pouco agricultáveis, regiões serranas, além de métodos e práticas produtivas com menor intensidade inovadora.

Como limitações do trabalho, destaca-se a metodologia adotada, que, por meio da análise fatorial, analisou um corte específico no tempo, sem que haja a consideração de elementos de análise da evolução da modernização agrícola no decorrer dos anos, comparando-se apenas resultados dos anos censitários de 2006 e 2017. Outro ponto limitante é em relação às variáveis levantadas nos dois censos, cujos dados tidos como importantes não foram coletados no Censo Agropecuário de 2017 da mesma forma que foram coletados no censo de 2006, tais como dados referentes aos valores monetários dos investimentos em maquinários e implementos agrícolas, afetando, assim, alguns procedimentos de análise.

Por fim, como pesquisas futuras, sugere-se expandir o estudo para todos os estados e municípios do país, com o incremento de outras técnicas de análise, inclusão de mais variáveis e técnicas de análise espacial, desse modo permitindo estudar o nível de modernização da agricultura de todo o país.

Referências

AGROSTAT – ESTATÍSTICAS DE COMÉRCIO EXTERIOR DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO.

Indicadores da agricultura, 2019. Disponível em:

<<http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

AQUINO, J. R.; GAZZOLA, M.; SCHNEIDER, S. Um retrato do lado pobre da agricultura familiar no estado do Rio Grande do Sul. **REDES**, Santa Cruz do Sul, v. 21, n. 3, p. 66-92, 2016.

ARANTES, B. H. T. *et al.* Drone aplicado na agricultura digital. **Ipê Agronomic Journal**, v. 3, n. 1, p. 14-18, 2019.

BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. **CAMPO-TERRITÓRIO: Revista de Geografia Agrária**, Francisco Beltrão, v. 1, n. 2, p. 123-151, 2006.

BASSAB, W. de O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. F. de. **Introdução à análise de agrupamentos**. São Paulo: Associação Brasileira de Estatística (ABE), 1990.

BRAGAGNOLO, C.; BARROS, G. S. C. Impactos dinâmicos dos fatores de produção e da produtividade sobre a função de produção agrícola. **RESR**, Piracicaba, SP, v. 53, n. 1, p. 31-50, 2015.

BUTURI, D. K.; GARCIAS, M. O. Mercado de trabalho feminino no agronegócio paranaense. **Revista de Política Agrícola**, ano 29, n. 3, 2020.

CIELO, I. D.; WENNINGKAMP, K. R.; SCHMIDT, C. M. A participação feminina no agronegócio: o caso da Coopavel – Cooperativa Agroindustrial de Cascavel. **Revista Capital Científico**, v. 12, n. 1, 2014.

CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Boletins Técnicos**, 2018. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/publicacoes/?tipo-conteudo=boletins%boletinsTecnicos>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

- CORONEL, D. A.; MACHADO, J. A. D.; CARVALHO, F. M. A. Análise da competitividade das exportações do complexo soja. **Revista Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 281-307, maio/ago. 2009.
- COSTA, C. C. de M. *et al.* Modernização agropecuária e desempenho relativo dos Estados brasileiros. **Agroalimentaria**, Mérida, v. 18, n. 34, p. 43-56, 2012.
- COSTA JUNIOR, C. J. Impacto das variações no crédito rural e no investimento em pesquisa agrícola na produtividade da agricultura brasileira contemporânea. **RESR**, Piracicaba, SP, v. 56, n. 4, p. 551-564, 2018.
- CRAICE, C.; PEZZO, T. A dinâmica demográfica de Santa Catarina no período pós-1991. **Revista NECAT**, ano 4, n. 7, jan./jun. 2015.
- CRUZ, F. O.; RIBEIRO, C. G.; LIMA, I. B. A modernização agrícola nos municípios da mesorregião campo das vertentes: uma aplicação de métodos de análise multivariada. In: congresso da SOBER, 44., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, CE, 23-27 jul. 2006.
- DAVIS, J.; GOLDBERG, R. A. **A concept of agribusiness**. Boston: Harvard University Graduate School of Business Administration, 1957.
- DESSBESELL, R. **Viabilidade da implantação de uma unidade de armazenamento de grãos**, 2014. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2398/TCC%20RICARDO%20DESSBESELL.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 12 maio 2019.
- FERREIRA JÚNIOR, S.; BAPTISTA, A. J. M. S.; LIMA, J. E. A modernização agropecuária nas microrregiões do estado de Minas Gerais. **RER**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 1, p. 73-89, jan./mar. 2004.
- FIGUEIREDO, N. M. S.; CORRÊA, A. M. C. J. Tecnologia na agricultura brasileira: indicadores de modernização no início dos anos 2000. **Ipea – Texto para Discussão**, 2006.
- FOCHEZATTO, A.; GHINIS, C. P. Estrutura produtiva agropecuária e desempenho econômico regional: o caso do Rio Grande do Sul, 1996-2008. **RESR**, Piracicaba, SP, v. 50, n. 4, p. 743-762, out./dez. 2012.
- GELATTI, E. *et al.* 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.
- GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 6. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2008.
- HAIR JR., J. F. *et al.* **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário de 2017**, 2017. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 jun. 2019.
- KAGEYAMA, Â.; LEONE, E. T. Trajetórias da modernização e emprego agrícola no Brasil, 1985 – 1996. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 40, n. 1, p. 9-28, 2001.
- LAVORATO, M. P.; FERNANDES, A. E. Índice de modernização agrícola dos municípios da Região Centro-Oeste do Brasil. **Rev. Econ. do Centro-Oeste**, Goiânia, v. 2, n. 2, p. 2-18, 2016.
- LEMOS, J. J. S. Níveis de degradação no Nordeste brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 32, n. 3, p. 406-429, jul./set. 2001.
- MATOS, A. K. V. Revolução Verde, biotecnologia e tecnologias alternativas. **Cadernos da FUCAMP**, v.10, n. 12, p. 1-17, 2010.

- MATTEI, L. F.; FOSSÁ, J. L. A evolução do crédito rural no estado de Santa Catarina entre 2007 e 2016. **Revista Grifos**, n. 43, 2017.
- MENDONÇA, M. L. O papel da agricultura nas relações internacionais e a construção do conceito de agronegócio. **Contexto Internacional**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 2, p. 375-402, 2015.
- MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.
- PINTO, N. G. M.; CORONEL, D. A. Modernização agrícola no Rio Grande do Sul: um estudo nos municípios e mesorregiões. **Revista Paranaense De Desenvolvimento**, Curitiba, v. 36, n. 128, p. 167-182, jan./jun. 2015.
- PINTO, N. G. M.; LOPES, M. M.; CORONEL, D. A. Análise da degradação ambiental nos municípios e mesorregiões do estado do Paraná. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 35, n. 126, p. 191-206, jan./jun. 2014.
- PINTO, N. G. M.; CORONEL, D. A.; CONTE, B. P. Análise do processo de modernização agrícola nas mesorregiões e municípios paranaenses. In: congresso da SOBER, 54., 2016, Maceió. **Anais...** Maceió, AL, 14-17 ago. 2016.
- SATOLO, L. F.; BACCHI, M. R. P. Estimativa da equação de oferta de exportação para o agronegócio brasileiro (1995-2004). In: congresso da SOBER, 44., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, CE, 23-27 jul. 2006.
- SOUZA, P. M.; LIMA, J. E. Intensidade e dinâmica da modernização agrícola no Brasil e nas Unidades da Federação. **RBE**, Rio de Janeiro, out./dez. 2003.
- SOUZA, A. L. B.; MARASCHIN, C. Configuração espacial em cidades aglomeradas: explorando os efeitos da atratividade do terciário na região da Serra Gaúcha, RS. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019.
- 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.
- TESE, D. D.; MATTEI, T. F. Medidas de localização e especialização para as mesorregiões de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, Blumenau, v. 7, n. 2, p. 195-220, 2019.
- TOMÉ, L. H. P.; LIMA, J. F. O desenvolvimento humano nos municípios da mesorregião noroeste paranaense. **Revista Geografar**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 99-116, 2014.
- TONEZER, C.; TRZCINSKI, C.; ARNS, C. E. Impactos da modernização agrícola nas áreas rurais do município de Águas de Chapecó – Santa Catarina. **PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP**, Macapá, v. 10, n. 2, p. 51-64, 2017.
- VIAN, C. E. F. *et al.* Origens, evolução e tendências da indústria de máquinas agrícolas. **RESR**, Piracicaba, SP, v. 51, n. 4, p. 719-744, out./dez. 2013.
- XAVIER, M. Cidades de pequeno porte e comando do agronegócio cooperativo no oeste paranaense. **Geosul**, Florianópolis, v. 33, n. 68, p. 137-163, set./dez. 2018.