

Distribuição Espacial Da Modernização Da Agricultura Na Região Sul Do Brasil

Vitor Galle¹, Daniel Arruda Coronel², Nelson Guilherme Machado Pinto³

¹ (Programa De Pós-Graduação Em Administração, Universidade Federal De Santa Maria, Brasil)

² (Programa De Pós-Graduação Em Gestão De Organizações Públicas, Universidade Federal De Santa Maria, Brasil)

³ (Programa De Pós-Graduação Em Gestão De Organizações Públicas, Universidade Federal De Santa Maria, Brasil)

Resumo:

Este trabalho visou identificar a distribuição espacial da modernização da agricultura nos municípios dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, neste sentido, usou-se a técnica de análise fatorial para realizar o cálculo do Índice de Modernização Agrícola (IMA), e, após, foi aplicada a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), visando mensurar como ocorre a distribuição espacial em relação à intensidade da modernização da agricultura nos três estados. Através da análise dos mapas de clusters LISA, identificaram-se dois tipos diferentes de clusters bem definidos, tanto para 2006 quanto para 2017. O primeiro bem definido foi do tipo alto-alto (AA), e o segundo, do tipo baixo-baixo (BB). Por fim, pode-se afirmar que, de certa forma, existe uma relatividade no IMA, havendo um contraste das regiões mais desenvolvidas com as menos desenvolvidas, sendo imprecisa a generalização de que os municípios sejam mesmo tecnologicamente desenvolvidos.

Palavras-chave: Agronegócio; Desenvolvimento; Mesorregiões.

Date of Submission: 24-09-2024

Date of Acceptance: 04-10-2024

I. Introdução

No decorrer dos anos, a produção agrícola brasileira passou a crescer e se destacar 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 um dos maiores exportadores de soja, laranja, carnes bovina, suína e avícola, sendo que sua produção e exportação geram empregos, renda, desenvolvimento e representam uma grande fatia do Produto Interno Bruto (PIB), aproximadamente 25% do total no ano de 2022, o que corrobora para a geração de divisas (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil - CNA, 2023).

Fatores como clima, relevo, solo, índices pluviométricos, mão de obra, tecnologia empregada, além de políticas públicas de fomento à produção, tornam 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.

No ano de 2022, o setor do agronegócio brasileiro exportou em torno de US\$ 158,8 bilhões, o que representa um aumento de aproximadamente 31,7% em relação ao ano de 2021. Os principais destinos das exportações brasileiras foram a China, com uma participação de 31,9% do total, a União Europeia, com 16%, e os Estados Unidos, com 6,6%. Nesse sentido, China, Estados Unidos e o bloco de países da União Europeia, juntos, somaram em torno de 54,5% do total exportado pelo Brasil, sendo estes os principais mercados internacionais com os quais o país negocia. Referente aos principais produtos exportados pelo Brasil, 38,2% do total corresponde ao complexo soja, 16,1% referem-se às carnes e 10,3% correspondem a produtos florestais. Juntos, os três somam 64,6% do total exportado do agronegócio brasileiro (Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro – AGROSTAT, 2023).

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, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná possuem 853.232 estabelecimentos rurais, em uma área de aproximadamente 43 milhões de hectares (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2017). Em relação ao agronegócio desses três estados, no ano de 2022, foram exportados aproximadamente US\$ 40,4 bilhões, que representa 25,5% do total exportado pelo país. Os produtos mais exportados pelos estados mencionados foram oriundos do complexo soja, carnes, produtos florestais e fumo e seus produtos (AGROSTAT, 2023).

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.

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: como ocorre a distribuição espacial da modernização da agricultura nos municípios do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná?

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 como ocorre a distribuição espacial da modernização da agricultura, utilizando-se dos dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017 para alcançar tal resposta. Outro ponto refere-se à delimitação geográfica, que abrange toda a Região Sul do país, visto seu potencial produtivo e econômico.

O trabalho está estruturado em quatro seções, além desta introdução. Na seção seguinte, apresenta-se uma breve revisão de literatura voltada ao processo de modernização da agricultura brasileira. Na seção três, apresenta-se os aspectos metodológicos utilizados na pesquisa. Após, na seção quatro, apresenta-se os principais resultados obtidos na pesquisa, e, por fim, apresenta-se as conclusões.

II. Revisão Bibliográfica

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 geração de renda e emprego, permitindo ampliar áreas destinadas à produção agropecuária e transformar essas atividades comerciais em essenciais (LAVORATO; FERNANDES, 2016).

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. 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 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 passa 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.

Pinto, Coronel e Conte (2016) afirmam que antigas formas e técnicas de produção deram espaço a 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 nesta perspectiva, 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 estes 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.

III. Metodologia

Com o intuito de identificar a distribuição espacial da modernização da agricultura 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. A seguir, foi aplicada a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), com o auxílio dos resultados obtidos no cálculo de IMA, a fim de analisar como ocorre a distribuição espacial em relação à intensidade da modernização da agricultura nos três estados da Região Sul.

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 Censo Agropecuário de 2017, com o intuito de comparar a mudança na distribuição espacial dentro desse período de tempo. Este 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. Destacam-se os de Costa et al. (2012), Pinto e Coronel (2015) e Pinto, Coronel e Conte (2016). Já para a distribuição espacial, destacam-se os estudos de Souza e Lima (2003), Lavorato e Fernandes (2016) e Gelatti et al. (2020).

O universo de estudo é composto pelos dados do penúltimo Censo Agropecuário, do ano de 2006, e do último Censo Agropecuário, com os dados do ano de 2017, que apresentam as variáveis utilizadas para o estudo. Dessa forma, com o uso dos dados referentes aos censos de 2006 e 2017, é possível analisar os resultados para

cada caso, de forma comparativa, com o intuito de identificar em que medida e em quais regiões houve avanço da modernização agrícola.

Assim, foram selecionados os municípios dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, a partir dos dados necessários para a elaboração e análise dos dados, 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.

Análise Fatorial:

Com o objetivo de verificar os fatores que condicionam a modernização agrícola nos três estados da Região Sul do Brasil, utilizou-se a técnica multivariada de análise fatorial, pelo método de componentes principais individualmente para o ano de 2006 e, após, para o ano de 2017. Conforme Pessoa et al. (2013), a análise fatorial pode ser categorizada em exploratória e confirmatória. Neste estudo, utilizou-se a análise fatorial exploratória, em que não existe um modelo específico relacionando variáveis latentes e observadas, e o número de fatores também não é definido com antecedência. Assim, as variáveis latentes exercem influência em todas as variáveis observadas.

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. 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.

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 ($p \times m$) 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 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 interessante 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 pela 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:

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

Silva, Melo e Esperancini (2006) afirmam que a análise fatorial parte do princípio básico de redução do número original de variáveis, por meio da extração de fatores independentes, os quais possam explicar, de forma reduzida, as variáveis originais. Dessa maneira, cada fator consiste em uma combinação linear das variáveis

originais padronizadas inclusas no estudo; assim, determinam-se os coeficientes que correlacionam as variáveis observadas com os fatores comuns (FERREIRA JÚNIOR; BAPTISTA; LIMA, 2004).

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). Neste 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 a cada fator, permitindo facilitar a interpretação dos fatores. Nesse mesmo sentido, Silva, Melo e Esperancini (2006) observam que a rotação ortogonal pelo método Varimax contribui na interpretação dos fatores, a reduzir o número de variáveis fortemente relacionadas com cada fator e a manter a ortogonalidade entre eles.

Além disso, conforme metodologia aplicada por Costa et al. (2012) e Pinto e Coronel (2015), 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, estimou-se o Alfa de Cronbach, em que a estatística varia de 0 a 1 e seu valor mínimo aceitável de confiabilidade é de 0,7 (HAIR JR. et al., 2009).

Após a descrição do processo de análise fatorial, adentrou-se ao cálculo do indicador de modernização agrícola.

Indicador de Modernização Agrícola (IMA):

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. Conforme os autores, primeiramente determina-se o Índice Bruto de Modernização Agrícola (IBMA), 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, construindo, dessa forma, um índice para cada estado em estudo. 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):

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

Onde:

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, ao tornar 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. Dessa forma, no próximo item, faz-se a Análise Exploratória dos Dados Espaciais (AEDE) com os resultados obtidos do IMA.

Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE):

Após obter os resultados do IMA para todos os municípios dos estados selecionados no estudo, realizou-se a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE). Raiher et al. (2016) apontam que tal análise é relevante para observar se a modernização agrícola de um município i não é restrita à sua região, mas se há ocorrência de um efeito sobre a modernização da agricultura no município j . Se tal processo ocorrer, existe uma dependência espacial entre os municípios i e j , de forma que a distribuição não acontece aleatoriamente, o que torna importante a realização de uma AEDE.

Inicialmente, para fazer a AEDE, é necessária a adoção de uma matriz de ponderação espacial (W), que é uma matriz quadrada de ordem n por n , em que os elementos denotam o grau de conexão espacial entre os municípios dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, acompanhando algum critério de proximidade e/ou distância geográfica. Após isso, escolheu-se o critério de proximidade, que pode ser baseado na contiguidade, ou seja, com convenção do tipo rainha ou torre, o qual parte da suposição de que os municípios contíguos da amostra possuem uma maior interação do que os municípios não contíguos (ALMEIDA, 2012; ANSELIN; SYABRI; KHO, 2006).

Ambos os trabalhos citados também sinalizam que o elemento W_{ij} , da matriz de ponderação espacial (W), possuirá valor 1 quando dois municípios ou mais forem contíguos e 0 quando ocorrer o contrário. Dessa maneira, o elemento W_{ij} será igual a zero, considerando que um município não é vizinho de si mesmo. Ainda, como consequência, a diagonal principal da matriz de ponderação espacial (W) terá apenas valores zero.

Utilizam-se, na AEDE, as técnicas de testes de autocorrelação espacial global e testes de autocorrelação espacial local, visto que, neste estudo, estas são de análise univariada. Almeida (2012) destaca que a técnica de testes de autocorrelação espacial global utiliza a ferramenta da estatística I de Moran Global, que é definida da seguinte forma (Equação 6):

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2} \quad (6)$$

Ou matricialmente (Equação 7):

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{z' W z}{z' z} \quad (7)$$

Onde:

i e j são regiões;

n é o número de observações;

z é a matriz de variáveis observadas padronizadas;

W é a matriz de pesos;

w_{ij} é um elemento de W ;

S_0 é a soma de todos os elementos da matriz W , ou seja, $\sum \sum w_{ij}$.

A hipótese nula (H_0) a ser testada é que a distribuição dos municípios em relação ao IMA ocorre de forma aleatória, contra a hipótese alternativa (H_1), de que a distribuição não é aleatória, cujo valor esperado do teste é $-[1/(n-1)]$. Ainda, se existir aleatoriedade na distribuição espacial, a estatística I de Moran Global deve ser igual ao seu valor esperado, segundo o nível de significância adotado; ao contrário, rejeita-se a hipótese nula. Se o valor da estatística Moran for maior do que seu valor esperado, identifica-se autocorrelação espacial positiva; porém, se seu valor estiver abaixo do seu valor esperado, a autocorrelação espacial é negativa, indicando, se positiva, a existência de similaridade entre os valores do atributo estudado e da localização espacial do atributo. Já o inverso indica dissimilaridade.

Uma forte autocorrelação espacial global pode esconder outros padrões locais de associação, como *outliers* espaciais ou *clusters*, tornando importante, assim, a análise das estatísticas de autocorrelação espacial local (ALMEIDA, 2012). Esse autor utiliza da estatística I de Moran Local, representada pela Equação (8):

$$I_j = z_i \sum_{j=1}^J w_{ij} z_j \quad (8)$$

Onde:

z_i corresponde ao valor do IMA dos municípios i padronizados;

w_{ij} significa o elemento da matriz de ponderação espacial (W);

z_j é o valor do IMA dos municípios j padronizados.

Ainda, em condição de normalidade, o valor esperado da estatística I_i será $E[I_i] = \frac{w_i}{n-1}$, em que w_i é a soma dos elementos da linha da matriz W . Assim, para cada observação, é computado um I_i , bem como seu nível de significância. Por fim, com a união desses resultados, torna-se possível analisar a existência de mapa de *clusters* espaciais locais, cujos resultados aparecem em forma de mapas, denominados de *Indicators of Spatial Association* (LISA), os quais exibem os municípios que possuem os I_i de Moran Local com significância (RAIHER et al., 2016).

Após a descrição dos passos metodológicos do estudo, descreve-se a fonte de dados utilizada.

Variáveis e Fonte de Dados:

Os dados utilizados para a pesquisa foram coletados do Censo Agropecuário de 2017 e do Censo Agropecuário de 2006, todos disponíveis no endereço eletrônico 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, de Santa Catarina e do 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 adaptado de Pinto e Coronel (2015) e Gelatti et al. (2020).

Os dados foram coletados da base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a partir dos censos agropecuários de 2006 e 2017. Os *softwares* utilizados foram o *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 22.0, o *Microsoft Excel* 2010, QGIS 2.12.3 e o GeoDa 1.16.0.0, em que foram realizados, respectivamente, os procedimentos de análise fatorial, o cálculo dos índices e a análise exploratória de dados espaciais.

IV: Análise E Discussão Dos Resultados

Fatores de Modernização Agrícola:

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, objeto 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 foi 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 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. No caso deste estudo, 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.

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	-0,029	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.

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. Do mesmo modo, 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.

De maneira geral, após identificar os fatores encontrados através da técnica de análise fatorial para o censo agropecuário dos anos de 2006 e 2017, é observada a ocorrência de certa 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).

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, mantiveram-se 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 distribuição espacial da modernização da agricultura.

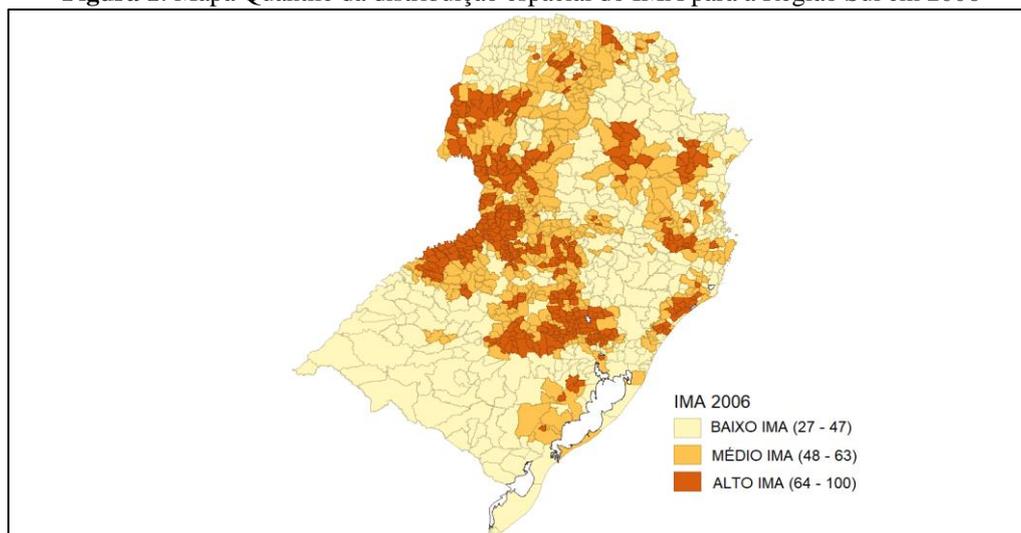
Distribuição Espacial da Modernização da Agricultura:

O objetivo principal da análise exploratória de dados espaciais (AEDE) é descrever a distribuição espacial da modernização da agricultura por agrupamento de regiões dos três estados da Região Sul do país. Com isso, é possível identificar tanto os padrões de associação espacial quanto os diferentes regimes espaciais (CARMO; RAIHER; STEGE, 2017). A análise utiliza dados georreferenciados, geralmente empregados para testar a existência de padrões espaciais, como a heterogeneidade espacial e a dependência espacial, que indicam coincidência de valores entre regiões vizinhas (BAPTISTA; SANTOS, 2008). Desse modo, apresenta-se, nas Figuras 1 e 2, a evolução e distribuição espacial do IMA dos municípios do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina e do Paraná para os anos censitários de 2006 e 2017.

Observa-se, na Figura 1, a distribuição espacial do IMA com os dados referentes ao Censo Agropecuário de 2006. Conforme destacado anteriormente, na análise da modernização agropecuária para os municípios dos três estados, os municípios que apresentaram maior IMA em 2006 são aqueles localizados nas mesorregiões gaúchas Centro Oriental, Metropolitana e Noroeste Rio-grandense. Para Santa Catarina, os municípios em destaque encontravam-se principalmente nas mesorregiões Vale do Itajaí, Sul e Oeste Catarinense. Do mesmo modo, no estado do Paraná, as principais mesorregiões foram o Oeste Paranaense, a região Metropolitana e partes do Sudeste, Sudoeste e Norte Central Paranaense.

Já em relação aos menores índices de modernização agrícola, constata-se, entre as mesorregiões gaúchas, a Metropolitana em algumas partes, o Sudoeste e o Sudeste Rio-Grandense. Quanto a Santa Catarina, destacam-se as mesorregiões Serra, do Vale do Itajaí e Sul Catarinense. No Paraná, os menores IMAs encontram-se no Noroeste, Metropolitana de Curitiba e Centro Oriental.

Figura 1: Mapa Quantile da distribuição espacial do IMA para a Região Sul em 2006



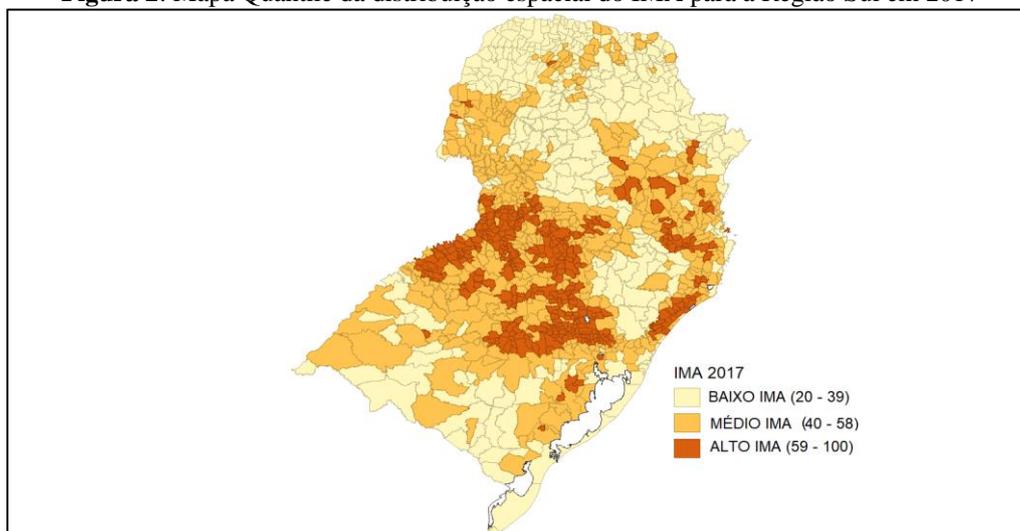
Fonte: Elaborada pelos autores.

Seguindo, pode-se observar, na Figura 2, a distribuição espacial da modernização agrícola na Região Sul brasileira, através dos dados do Censo Agropecuário de 2017.

Nota-se que, no Rio Grande do Sul, os maiores índices passaram a se concentrar nas mesorregiões Metropolitana, Centro Oriental e Noroeste Rio-grandense. Pode-se observar também certa melhoria nos índices, em relação ao penúltimo censo agropecuário, de baixo para médio, para as mesorregiões Centro Ocidental e Sudoeste Rio-grandense. Para Santa Catarina, nota-se que as mesorregiões com maiores índices são as mesmas de 2006, com melhorias de baixo para médio IMA sendo observadas nas mesorregiões Serrana e Norte Catarinense de um ano censitário para o outro. Quanto ao Paraná, também se repetem as mesorregiões de 2006 com os melhores índices, contudo há uma certa redução nas médias do IMA de alto para médio, se comparados os dois censos.

Em se tratando dos menores IMAs da Região Sul para 2017, no Rio Grande do Sul pode-se observar pontos com baixo índice em partes do Nordeste, da região Metropolitana e do Sudeste gaúcho. Para Santa Catarina, localizam-se em pontos da Grande Florianópolis e Norte Catarinense. Já no Paraná, os baixos índices estão concentrados nas mesorregiões Nordeste, Centro Sul e Centro Oriental Paranaense.

Figura 2: Mapa Quantile da distribuição espacial do IMA para a Região Sul em 2017



Fonte: Elaborada pelos autores.

A distribuição espacial da modernização da agricultura, através da estatística do Coeficiente I de Moran (Tabela 5), verifica a existência de um padrão de associação espacial independente da matriz de pesos utilizada, seja ela rainha ou torre, demonstrando a veracidade dos resultados. Com isso, tem-se uma autocorrelação espacial positiva para os municípios. Desse modo, municípios com alto índice de modernização agrícola estão cercados por outros municípios com o mesmo índice elevado; por outro lado, municípios com baixos valores do índice tendem a estar rodeados por vizinhos que também possuem baixos níveis de modernização agrícola (GELATTI et al., 2020). Perobelli et al. (2007) observam que o Coeficiente I de Moran permite visualizar a associação espacial global, em que o valor positivo da estatística aponta autocorrelação espacial positiva, ou seja, os agentes interagem entre si.

Tabela 5 – Coeficiente I de Moran para IMA em 2006 e 2017 para os municípios da Região Sul

Convenção	2006		2017	
	Valor	*p-valor	Valor	*p-valor
Rainha de 1 ordem	0,623	0,00	0,739	0,00
Torre de 1 ordem	0,628	0,00	0,743	0,00

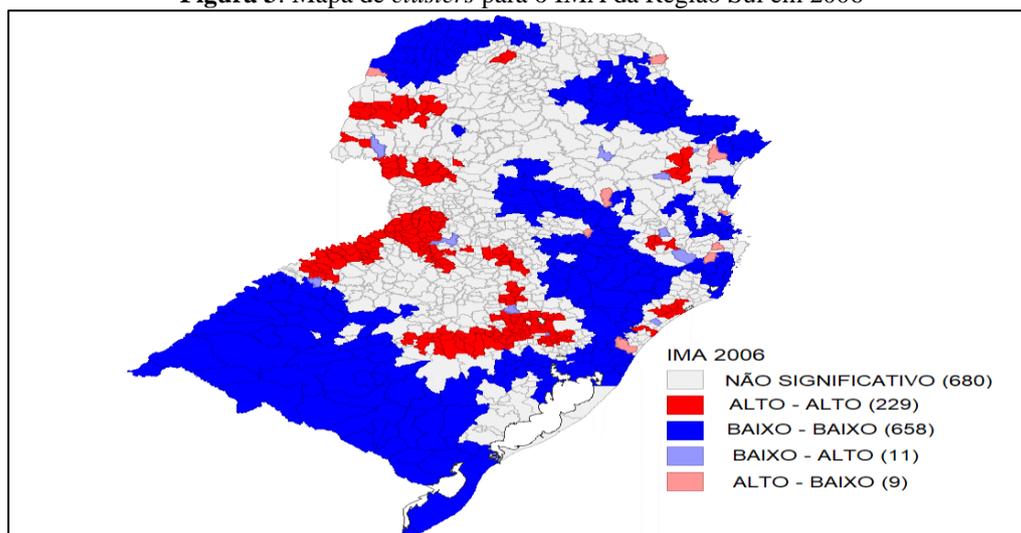
Fonte: Elaborada pelos autores.

Destacam-se alguns fatores que possam ter contribuído, de alguma forma, para a associação espacial dos municípios dos três estados. Segundo Gelatti et al. (2020), o aumento do desempenho tecnológico e produtivo na atividade agrícola, no aprimoramento inovativo e na mecanização do processo produtivo, por meio do melhoramento genético de mudas e sementes, adequabilidade no uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, bem como o acesso a crédito agrícola, uso de irrigação e outros, contribuem no melhoramento evolutivo da modernização (RAIHER et al., 2016).

Cabe ressaltar ainda que o processo de modernização da agricultura ocorreu e ainda ocorre de maneira e intensidade diferenciadas nas diferentes regiões e mesorregiões dos estados da Região Sul. O Paraná, por exemplo, foi um dos mais importantes produtores de café do país nas décadas de 1940 a 1970, demonstrando, com isso, seu avanço produtivo na época em determinadas regiões do estado (SESSO et al., 2020).

Nesse contexto, para verificar o comportamento do IMA nos municípios da Região Sul, apresenta-se a Análise Associação Espacial Local, o mapa LISA, que inclui os municípios que possuem valores de I de Moran significativos e a formação de *clusters* para o IMA em 2006 e 2017. A Figura 3 apresenta o mapa de *clusters* para o IMA da Região Sul referente ao Censo Agropecuário de 2006.

Figura 3: Mapa de *clusters* para o IMA da Região Sul em 2006



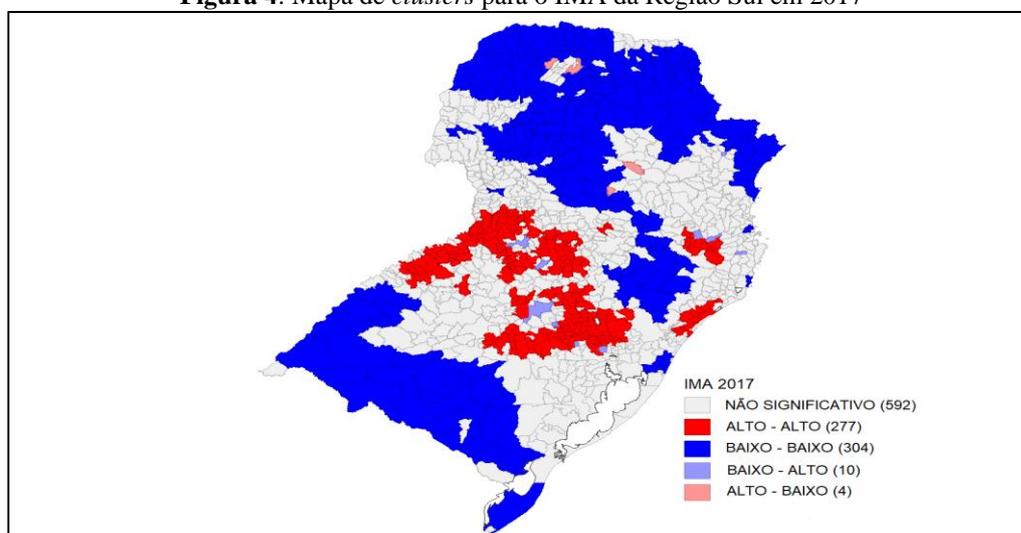
Fonte: Elaborada pelos autores.

Através da análise do mapa de *clusters* LISA, identifica-se, na Região Sul brasileira, para o ano de 2006, a formação de dois tipos de *clusters*, um do tipo alto-alto (AA) e outro baixo-baixo (BB). O do tipo AA, com área de cor vermelha, é composto por 229 municípios, localizados nos três estados do estudo. Esses *clusters* integram municípios com alto IMA, rodeados por municípios vizinhos também com alto IMA, os quais estão localizados nas mesorregiões Centro Oriental, parte da Metropolitana e Noroeste gaúcho, Oeste Catarinense e Oeste Paranaense.

O segundo modo de formação de *clusters* é do tipo BB, identificado pela cor azul-escuro, que representa o agrupamento de municípios com baixo IMA, rodeados por municípios vizinhos também com baixo IMA. Nesse caso, identificou-se um total de 658 municípios da Região Sul com formação de *clusters* de baixo IMA, localizados nas mesorregiões Sudeste, Sudoeste, Nordeste e parte da Metropolitana gaúcha. Quanto a Santa Catarina, encontram-se em parte das mesorregiões Serrana e Norte Catarinense e, no Paraná, nas mesorregiões Nordeste, partes da região Metropolitana, Centro Oriental e Norte Pioneiro Paranaense.

Para o último censo agropecuário, é possível observar, na Figura 4, o mapa de *clusters* para o IMA da Região Sul em 2017. Identificam-se algumas características e mudanças em relação ao penúltimo censo, de 2006, como um crescimento no aglomerado de municípios com alto IMA, principalmente no Rio Grande do Sul.

Figura 4: Mapa de *clusters* para o IMA da Região Sul em 2017



Fonte: Elaborada pelos autores.

A formação de *clusters* do tipo AA é evidente nas mesorregiões gaúchas do Noroeste, Centro Oriental, partes da Centro Ocidental e Metropolitana, com um aumento no número de municípios com alto IMA,

principalmente no Noroeste e Centro Oriental, onde municípios com alto IMA são rodeados por municípios vizinhos com alto valor também. O total de municípios com alta modernização na Região Sul passou de 229, em 2006, para 277, em 2017, apresentando um leve crescimento.

Outra mudança é observada no Oeste Catarinense, que também apresentou crescimento no número de municípios com formação de *cluster* do tipo AA, havendo uma intensificação da modernização agrícola, com um efeito de transbordamento (*spillovers*) entre os municípios dessa mesorregião. Ainda em relação a Santa Catarina, pode-se observar a formação de outro pequeno *cluster* do tipo AA na mesorregião do Vale do Itajaí, importante região industrial do estado. Do tipo baixo-baixo, concentraram-se 304 municípios em 2017.

Quanto ao Paraná, verifica-se uma redução do nível de modernização agrícola em relação aos demais estados. Com exceção de pequenos pontos de aglomerados alto-baixo (AB), o estado tem seu território formado por *clusters* do tipo baixo-baixo (BB). Assim, municípios com baixo índice de IMA estão rodeados por outros municípios com baixo IMA ou abaixo da média dos demais.

Os demais *clusters* do tipo BB formados na Região Sul encontram-se principalmente nas mesorregiões Noroeste, Norte Central, Norte Pioneiro, Centro Oriental, Centro Ocidental e partes da Metropolitana, do Centro Sul e do Sudeste Paranaense. Em relação a Santa Catarina, compreendem partes das mesorregiões Serrana e Norte Catarinense.

Por fim, a principal mesorregião gaúcha com formação de *cluster* do tipo BB é a Sudoeste e partes da Sudeste. Gelatti et al. (2020) apontam que municípios com baixo IMA apresentam carência de novas tecnologias e inovações no setor. Ainda, esses resultados podem estar ligados a fatores históricos, ao tamanho das propriedades, aos baixos níveis de investimento e rentabilidade e à concentração da atividade pecuarista extensiva.

IV. Conclusões

Este trabalho objetivou verificar como ocorre a distribuição espacial da modernização da agricultura nos municípios do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, com a utilização dos dados oferecidos pelos Censos Agropecuários de 2006 e 2017 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para isso, foi calculado o Índice de Modernização Agrícola (IMA), como requisito necessário para executar a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) e, com isso, observar de que forma acontece a distribuição espacial desse processo em toda a Região Sul do país.

Por meio da AEDE, foi possível confirmar a hipótese de que a distribuição espacial da modernização da agricultura é não aleatória, em virtude da correlação positiva do IMA. Dessa forma, através da análise dos mapas de *clusters* LISA, identificaram-se dois tipos diferentes de *clusters* bem definidos, tanto para 2006 quanto para 2017. O primeiro bem definido foi do tipo alto-alto (AA), e o segundo, do tipo baixo-baixo (BB).

No tipo AA, formaram-se *clusters* nos três estados analisados, principalmente nas mesorregiões Noroeste e Centro Oriental Rio-grandense, Oeste Catarinense e Oeste Paranaense. Observou-se, ainda, nessas regiões, o transbordamento dos municípios com altos índices de modernização, afetando positivamente os municípios vizinhos.

Os *clusters* do tipo BB foram também fortemente evidenciados nos três estados da região, principalmente nas mesorregiões Sudeste, Sudoeste e Nordeste gaúcha, mesorregião Serrana e parte do Norte Catarinense, e o Noroeste, partes da região Centro Oriental e Metropolitana Paranaense. Municípios desse *cluster* e os municípios vizinhos apresentam baixos índices de modernização agrícola.

Um ponto importante a ressaltar diz respeito à relatividade do Índice de Modernização Agrícola, o qual tende a ser mais elevado para municípios com maior avanço, em contraste com os menos favorecidos. Com isso, os mais avançados se destacam por apresentarem maior intensidade no aprimoramento tecnológico, em oposição aos municípios com índices baixos, que possuem algum tipo de defasagem em seus processos tecnológicos, sendo imprecisa a generalização de que os municípios sejam mesmo tecnologicamente avançados.

Entretanto, tais resultados apresentam a heterogeneidade tecnológica agrícola dos municípios da Região Sul, onde os fatores da modernização agrícola afetam não somente o desenvolvimento rural, como também o desenvolvimento regional. Observa-se que diversos municípios desenvolveram seus parques industriais através do setor agrícola, seja na área do beneficiamento, na prestação de serviços ou na produção propriamente dita, contribuindo para a geração de empregos, desenvolvimento e renda.

Como limitações deste trabalho, destaca-se a metodologia adotada, que, por meio da análise fatorial, analisa 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, permitindo, desse modo, estudar o nível de modernização da agricultura de todo o país.

Referências

- [1]. Almeida, E. *Econometria Espacial Aplicada*. Campinas: Alínea, 2012.
- [2]. Anselin, L.; Syabri, I.; Kho, Y. *Geoda: An Introduction To Spatial Data Analysis*. *Geographical Analysis*, V. 38, P. 5-22, 2006. Doi 10.1111/J.0016-7363.2005.00671.X
- [3]. 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. Doi 10.14393/Rct1211787
- [4]. Baptista, A. J. M. S.; Santos, C. M. Análise Exploratória De Dados Espacial Da Incidência De Pobreza Na Ilha De Santiago De Cabo Verde. In: *Congresso Da Sociedade Brasileira De Economia E Sociologia Rural*, 2008, Rio Branco. Anais [...]. Rio Branco: Sober, 2008.
- [5]. Bassab, W. De O.; Miazaki, E. S.; Andrade, D. F. De. *Introdução À Análise De Agrupamentos*. São Paulo: Associação Brasileira De Estatística (Abe), 1990.
- [6]. 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. Doi 10.1590/1234-56781806-9479005301002
- [7]. Carmo, A. S. S.; Raiher, A. P.; Stege, A. L. O Efeito Das Exportações No Crescimento Econômico Das Microrregiões Brasileiras: Uma Análise Espacial Com Dados Em Painel. *Estudos Econômicos*, São Paulo, V. 47, N. 1, P. 153-183, Jan./Mar. 2017. Doi 10.1590/0101-416147161aaa
- [8]. Confederação Da Agricultura E Pecuária Do Brasil (Cna). *Boletins Técnicos*, 2018. Disponível Em: <https://www.cnabrazil.org.br/publicacoes/?Tipo-Conteudo=Boletins%Boletinstecnicos>. Acesso Em: 20 Fev. 2023.
- [9]. Coronel, D. A.; Machado, J. A. D.; Carvalho, F. M. A. Análise Da Competitividade Das Exportações Do Complexo Soja. *Economia Contemporânea, Rio De Janeiro*, V. 13, N. 2, P. 281-307, Maio/Ago. 2009.
- [10]. 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. *Agroalimentaria, Mérida*, V. 18, N. 34, P. 43-56, 2012.
- [11]. Davis, J.; Goldberg, R. A. *A Concept Of Agribusiness*. Boston: Harvard University Graduate School Of Business Administration, 1957.
- [12]. Estatísticas De Comércio Exterior Do Agronegócio Brasileiro (Agrostat). *Indicadores Da Agricultura*, 2023. Disponível Em: <https://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso Em: 20 Fev. 2023.
- [13]. 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. Doi 10.1590/S0103-20032004000100004
- [14]. Gelatti, E.; Bobato, A. M.; Freitas, C. A.; 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. Doi 10.24302/Drd.V10i0.2804
- [15]. Greene, W. H. *Econometric Analysis*. 6. Ed. New Jersey: Prentice Hall, 2008.
- [16]. Hair Jr., J. F.; Black, W. C.; Babin, B. J.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L. *Análise Multivariada De Dados*. 6. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- [17]. Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística (Ibge). *Censo Agropecuario De 2006*, 2006. Disponível Em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2006/segunda-apuracao>. Acesso Em: 12 Jan. 2023.
- [18]. Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística (Ibge). *Censo Agropecuario De 2017*, 2017. Disponível Em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso Em: 12 Jan. 2023.
- [19]. Lavorato, M. P.; Fernandes, A. E. Índice De Modernização Agrícola Dos Municípios Da Região Centro-Oeste Do Brasil. *Revista De Economia Do Centro-Oeste, Goiânia*, V. 2, N. 2, P. 2-18, 2016. Doi 10.5216/Reoeste.V2i2.40571
- [20]. 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.
- [21]. Matos, A. K. V. *Revolução Verde, Biotecnologia E Tecnologias Alternativas*. *Cadernos Da Fucamp*, V. 10, N. 12, P. 1-17, 2010.
- [22]. 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. Doi 10.1590/S0102-85292015000200002
- [23]. Mingoti, S. A. *Análise De Dados Através De Métodos De Estatística Multivariada: Uma Abordagem Aplicada*. Belo Horizonte: Ed. Ufmg, 2005.
- [24]. Pessoa, F. M. C.; Coronel, D. A.; Amorim, A. L.; Lima, J. E. Determinantes Da Alocação De Trabalho Agrícola Nas Regiões Brasileiras. *Redes: Revista Do Desenvolvimento Regional, Santa Cruz Do Sul*, V. 18, N. 1, P. 167-184, Jan./Abr. 2013. Doi 10.17058/Redes.V18i1.3123
- [25]. 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.
- [26]. 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.
- [27]. Perobelli, F. S.; Almeida, E. S.; Alvim, M. I. S. A.; Ferreira, P. G. C. Produtividade Do Setor Agrícola Brasileiro (1991-2003): Uma Análise Espacial. *Nova Economia, Belo Horizonte*, V. 17, N. 1, P. 65-91, 2007. Doi 10.1590/S0103-63512007000100003
- [28]. Raiher, A. P.; Oliveira, R. A.; Carmo, A. S. S.; Stege, A. L. Convergência Da Produtividade Agropecuária Do Sul Do Brasil: Uma Análise Espacial. *Resr, Piracicaba, Sp*, V. 54, N. 3, P. 517-536, Jul./Set. 2016. Doi 10.1590/1234-56781806-94790540307
- [29]. 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.
- [30]. Sesso, P. P.; Pereira, L. F. P.; Filho, U. A. S.; Zapparoli, I. D. Análise Exploratória De Dados Espaciais Da Produção De Café No Estado Do Paraná, 1980-2018. *Cadernos De Ciência & Tecnologia, Brasília*, V. 37, N. 3, 2020. Doi 10.35977/0104-1096.Cct2020.V37.26768
- [31]. Silva, G. H.; Melo, C. O.; Esperancini, M. S. T. Determinantes Do Desenvolvimento Econômico E Social Dos Municípios Da Região Oeste Do Paraná: Hierarquização E Regionalização. In: *Congresso Da Sober*, 44., 2006, Fortaleza. Anais [...] Fortaleza, Ce, 23-27 Jul. 2006.
- [32]. 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. Doi 10.1590/S0034-71402003000400007