

## PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA NO SUL DO BRASIL DE 2006 A 2017

Helberte João França Almeida<sup>1</sup>, Rafael Jasper Feltrin<sup>2</sup>, João Lucas Batistela de Souza<sup>3</sup>

**Resumo:** O presente estudo busca avaliar as características da produtividade agrícola nos municípios do Sul do Brasil. Para tanto, utilizar-se-á dos dados do censo agrícolas do IBGE de 2006 e 2017, totalizando 21 variáveis para todos os municípios da Região Sul. Os dados são submetidos a uma análise fatorial, resultando em cinco fatores. Posteriormente, estes fatores foram utilizados para verificar o efeito aglomeração com o índice de Moran. Com relação aos resultados dos fatores, observa-se que poucas variáveis se alteraram entre os fatores nos anos analisados. Assim, as mudanças estruturais no censo de 2006 e 2017 são relativamente poucas.

**Palavras-chave:** Produtividade; Setor agrícola; Região Sul; Análise Fatorial.

## AGRICULTURAL PRODUCTIVITY IN SOUTHERN BRAZIL FROM 2016 TO 2017

**Abstract:** This study aims to evaluate the characteristics of agricultural productivity in municipalities in the South of Brazil. To this end, data from the 2006 and 2017 IBGE agricultural census will be used, totaling 21 variables for all municipalities in the South Region. The data are subjected to a factor analysis, resulting in five factors. Subsequently, these factors were used to verify the agglomeration effect with the Moran index. Regarding the results of the factors, it is observed that few variables changed between the factors in the years analyzed. Thus, the structural changes in the 2006 and 2017 censuses are relatively few.

**Keywords:** Productivity; Agricultural sector; Southern Region; Factor Analysis.

**JEL:** Q10, R11, C38.

---

1 Doutorado em Ciências Economicas pela Universidade Federal de Santa Catarina (2016). Professor adjunto da Universidade Federal de Santa Catarina.

2 Mestre em Economia, Universidade Federal de Santa Catarina.

3 Graduado em Economia, Universidade Federal de Santa Catarina.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país historicamente marcado pelo desenvolvimento econômico baseado em ciclos agrícolas, aproveitando sua vasta extensão territorial e a rica diversidade de recursos naturais. Para compreender a inserção do Brasil no cenário econômico internacional, é fundamental examinar suas raízes, com o agronegócio emergindo como um dos principais impulsionadores do crescimento econômico.

Os primeiros passos da atividade econômica brasileira foram dados com a extração do pau-brasil, seguida pelos ciclos da cana-de-açúcar, ouro e café. Após o declínio desses ciclos, o Brasil iniciou sua trajetória industrial a partir de 1930, tornando-se um país em desenvolvimento. No início do século XXI, com o surgimento do “boom das commodities”, o país voltou a destacar-se como um importante player no agronegócio, aproveitando a crescente demanda internacional por produtos agrícolas.

É crucial destacar a evolução do agronegócio desde os ciclos econômicos anteriores a 1930 até o período depois do “boom das commodities”, especialmente após a Revolução Verde. Este período teve avanços tecnológicos significativos, incluindo melhorias na produtividade agrícola através do uso de máquinas e insumos de melhor qualidade.

A Revolução Verde redefiniu a percepção global do agronegócio, trazendo à tona questões ambientais que moldaram a evolução da produção agrícola a partir dos anos 80. Este período foi caracterizado por uma expansão limitada das áreas de cultivo, mesmo diante do aumento populacional mundial, o que resultou em uma crescente demanda por alimentos. Como resposta, houve um significativo investimento em pesquisa e desenvolvimento para aumentar a resistência das sementes às pragas e melhorar a eficiência das máquinas agrícolas, refletindo a complexidade econômica do setor.

Por fim, é importante ressaltar que o setor agrícola está intrinsecamente ligado à conjuntura econômica do país, influenciado por fatores macroeconômicos como câmbio e abertura econômica, e interdependente dos setores industrial e de serviços. Neste cenário, o presente artigo possui a seguinte pergunta de pesquisa: **Como os indicadores de produtividade agrícola nos municípios do Sul do Brasil se encontram organizados no censo agrícola de 2006 e 2017. É possível verificar alguma mudança estrutural nos dados?**

Para alcançar o objetivo proposto, utilizar-se-á de 21 variáveis na finalidade de agrupar e caracterizar os indicadores de produtividade. Desta forma, é possível avaliar se ocorre alguma mudança estrutural nos dados do censo agrícola de 2006 em relação a 2017. Em outras palavras, verificar-se-á se as variáveis (fatores) se alteram no censo agrícola de 2006 em relação a 2017. Ademais, será realizada uma análise de cluster, índice de Moran, para avaliar o efeito transbordamento do fator (variáveis da produtividade), precisamente, busca verificar qual fator gera maior agrupamento de municípios vizinho que também utilizam este fator.

A escolha da região Sul foi pelo seu desenvolvimento agrícola, caracterizado por uma alta produtividade agrícola e pela adoção de tecnologias avançadas. Essa região se destaca em relação a outras áreas do país, tanto em termos de produtividade quanto na diversificação de culturas e práticas modernas de manejo agrícola, como destacado por Johnston *et al.*

(2020). Fatores como o clima contribuem a um ambiente propício para a agricultura, sendo um foco relevante para analisar as variáveis que caracterizam a produtividade agrícola.

Além desta introdução, o presente estudo encontra-se estruturado em mais quatro seções. Precisamente, a segunda seção traz a revisão de literatura. Por sua vez, a terceira seção traz os dados e os procedimentos metodológicos. Na sequência, a quarta seção apresenta e discute os resultados encontrados. Por fim, a quinta seção traz as considerações finais.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A forma que a produção agrícola está estruturada hoje em dia é completamente diferente de como foi antigamente. No final do século XIX, Justus Liebig comprovou empiricamente de que a produtividade das plantas era diretamente proporcional à quantidade de insumos químicos colocados no solo. Goodman *et al.* (1990) afirmam que se desenvolveu uma indústria de fertilizantes sintéticos (potássio, nitrogênio e fósforo), substituindo o uso de fertilizantes naturais (húmus e esterco) na Europa (Goodman *et al.* 1990; Albergon e Pelaez (2007)).

Para Davis e Goldberg (1957), o setor agrícola se torna uma economia na qual gera um encadeamento. Assim, a produção agropecuária ao desenvolver uma agroindústria, além de ter associado um setor de serviços e o uso de insumos, gera um encadeamento que é chamado de agronegócio.

Houve em 1914 um grande avanço para a produtividade agrícola, com o desenvolvimento de uma nova técnica, a técnica da hibridização, usada sobretudo no milho, que consistia no cruzamento sexual entre espécies diferentes, selecionando as melhores variedades obtidas, uma seleção artificial. O sucesso dessa tecnologia fez com que ela fosse utilizada em outros produtos, como tomate, beterraba e algodão (Goodman *et al.* 1990). Os EUA consolidaram um setor agrícola tecnológico que a partir da Segunda Guerra Mundial começou a se espalhar pelo resto do mundo (Goodman e Redclift 1991) dando início a chamada Revolução Verde.

A produção agrícola mundial passou por uma transformação significativa com a Revolução Verde, resultando em um aumento no uso de insumos, incluindo produtos químicos, mecânicos e biológicos. Esse fenômeno fez com que a produção agrícola tivesse um novo modelo tecnológico de produção.

A transgenia nos alimentos foi muito importante para o setor agrícola, pois possibilitou a criação de sementes que eram resistentes a pragas e insetos. Contudo, Albergoni e Pelaez (2007) verificam que ela acabou criando sementes que também eram mais resistentes aos agrotóxicos desenvolvidos durante a revolução verde, então o uso desses insumos não diminuiu. Portanto, não houve de fato um rompimento do paradigma tecnológico antigo.

Silva (1996) salienta que nos finais dos anos 80 e início dos anos 90, ocorreu uma transformação do setor agrícola brasileiro, o qual se tornou mais intensivo, utilizando mais insumos e principalmente se tornou mais tecnológico. Dias e Amaral (1999) ressaltam que outro fator para esse aumento da taxa média anual de crescimento do setor agrícola brasileiro foi à abertura comercial.

Segundo Fornazier e Vieira Filho (2013), o Brasil mudou bastante sua estrutura produtiva agropecuária ao longo dos anos, porém isso não ocorreu de forma homogênea no país inteiro. Por sua vez, Silva (1996) salienta que a mudança da estrutura produtiva no Brasil foi uma transformação na base técnica da produção agropecuária, ou seja, uma modernização que ocorreu a partir das importações de tratores e fertilizantes.

Ademais, ocorreram gastos com pesquisas que também aumentaram a produtividade agrícola. Neste cenário, Gasques *et al.* (2010) afirma que a Embrapa desenvolve pesquisas na agropecuária no sistema de plantio direto, na inoculação com bactérias, no manejo integrado de pragas e criou variedades de espécies com capacidade de se adaptarem às diferentes condições climáticas e ambientais.

Segundo Gasques (2010) questões cruciais para o crescimento da produtividade agropecuária incluem assistência técnica, pesquisa agrícola e infraestrutura. No Brasil, existem programas de assistência técnica, como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), que visa aumentar a produtividade do trabalho através da melhoria da mão de obra, fornecendo crédito para investimentos em implantação, ampliação ou modernização da estrutura de produção. O Pronaf facilita o acesso a novas tecnologias. Outro programa de assistência técnica é o Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural (Pronamp).

Por sua vez, Jank *et al.* (2005) analisam o papel do agronegócio brasileiro no comércio exterior, destacando seu crescimento e competitividade. Os autores apontam que o Brasil conseguiu expandir suas exportações significativamente, graças à liberalização comercial, investimentos em tecnologia e políticas públicas. Além disso, o agronegócio brasileiro se diversificou e aumentou sua presença global, transformando o Brasil em um dos principais exportadores de produtos como soja, carne bovina e suína. O estudo também menciona desafios, como a necessidade de adequações ambientais e a competitividade crescente de outros países.

O estudo de Wilkinson (2010) explora as mudanças e perspectivas do agronegócio brasileiro, com foco nos impactos da globalização e nas transformações tecnológicas no setor. Desta forma, o autor destaca que a modernização da agricultura brasileira, impulsionada pela Revolução Verde, alterou a dinâmica do setor, promovendo uma expansão em escala e produtividade. No entanto, o autor destaca a vulnerabilidade do setor frente às flutuações de preços e à dependência de mercados internacionais, além das consequências socioambientais, como o desmatamento.

A produtividade agropecuária também pode ser afetada pelo clima, como por exemplo, períodos com ocorrência de excesso de chuvas ou de seca. Há regiões onde a questão climática é mais estável que outras. Desta forma, a irrigação é de fundamental importância. Segundo o Censo agrícola de 2006, 4,5 milhões de hectares usavam irrigação, representando 332 mil estabelecimentos, cerca de 6% dos estabelecimentos agrícolas. Em 2017, o número de estabelecimentos agrícolas que utilizam irrigação subiu para 502 mil.

Na Região Sul do Brasil, o agronegócio representa um dos principais setores econômicos e gera milhões de empregos. Assim, é um setor de vital importância para a economia e é fundamental entender as variáveis que afetam a produtividade neste setor.

Neste cenário, o presente estudo busca avaliar se ocorrem mudanças estruturais nos indicadores de produtividade agrícola.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Análise Fatorial e Variáveis

O objetivo deste artigo é verificar as características da produtividade agrícola na região Sul, coletando dados da composição agrícola que, com base na literatura econômica, podem afetar as características da produtividade agrícola.

A metodologia adotada foi a análise fatorial, uma ferramenta usada para examinar as relações entre as variáveis em ampla amostra de dados, organizando-as em um conjunto menor de fatores. De acordo com Matos e Rodrigues (2019), essa técnica pode ser aplicada tanto de forma exploratória quanto confirmatória. Na abordagem exploratória, a análise dos resultados leva à elaboração de teorias, modelos ou correlações entre as variáveis. Por outro lado, na abordagem confirmatória, parte-se de um modelo, teoria ou correlação entre variáveis previamente estabelecidas, e a análise fatorial é utilizada para confirmar os fenômenos já estudados na teoria.

Segundo Hair *et al.* (2009), a análise fatorial identifica o padrão de associação presente no conjunto de variáveis que compõem a massa dos dados. Dessa forma, a partir de diversas observações é possível comprimi-las em menos variáveis, chamadas de fatores, a fim de facilitar a análise.

Essa técnica considera que dentro da base de dados há variáveis que convergem para a mesma dimensão. Para Corrar *et al.* (2009), na análise fatorial, cada fator é constituído por variáveis que se referem ao mesmo fenômeno, dessa forma, as variáveis possuem uma alta correlação. A redução das variáveis gera os fatores, que são as variáveis latentes. Estas, diferente das variáveis que foram reduzidas, são variáveis que não seriam observáveis diretamente.

Alguns trabalhos anteriores utilizaram a análise fatorial para analisar a agropecuária brasileira, como Mesquita *et al.* (1977), Hoffmann (1992), Souza e Lima (2003), Silva e Vian (2019), Meyer e Braga (1998) ou Souza e Khan (2001). Em especial, o artigo de Alcantara e Bacha (2023) utiliza dados dos censos agrícolas de 2006 e 2017, agregando em mesorregiões do Brasil para fazer a análise fatorial. Os autores utilizam 24 variáveis e encontram 5 fatores.

A contribuição do presente trabalho é utilizar dados dos três estados da região Sul desagregado em municípios, nos anos de 2006 a 2017. As variáveis utilizadas encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1 – Variáveis que permitem avaliar a produtividade da agropecuária brasileira

var	Descrição
x1	Lavouras permanentes e temporárias/AE
x2	Matas ou florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal/AE
x3	Área dos estabelecimentos que fizeram uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/AE
x4	Área com plantio direto na palha/AE
x5	Número de tratores existentes nos estabelecimentos agrícolas/AE
x6	Número de tratores existentes nos estabelecimentos agrícolas/PO
x7	Despesas com adubos e corretivos/AE
x8	Despesas com adubos e corretivos/PO
x9	Despesas com sementes e mudas/AE
x10	Despesas com sementes e mudas/PO
x11	Despesas com agrotóxicos/AE
x12	Despesas com agrotóxicos/PO
x13	Despesas com combustíveis e lubrificantes/AE
x14	Despesas com combustíveis e lubrificantes/PO
x15	Despesas totais/AE
x16	Despesas totais/PO
x17	Valor da produção/AE
x18	Valor da produção/PO
x19	Proporção dos estabelecimentos agrícolas que possuem energia elétrica
x20	Proporção dos estabelecimentos agrícolas que receberam orientação técnica
x21	Proporção dos estabelecimentos agrícolas que obtiveram financiamento através de programas governamentais de crédito

Fonte: elaboração própria com base em dados do IBGE.

Cabe ressaltar que algumas variáveis foram divididas pela área agropecuária explorada em hectares de cada município (AE), e outras pela população ocupada (PO). Os valores monetários coletados foram em mil reais, e, os valores de 2006 foram corrigidos pelo IGP-M.

### 3.2 Análise de Cluster

A análise de cluster possibilita formar diferentes agrupamentos para as observações de uma população ou amostra de dados com algum critério de similaridade. Como resalta Hair *et al.* (2009), cada componente do cluster possui semelhança com os demais membros do grupo formado.

Ademais, os autores ressaltam que para a análise de cluster seja realizada é necessário que seja medida a similaridade entre os indicadores utilizados. A similaridade é medida pela distância que verifica a proximidade entre os indicadores (HAIR *et al.*, 2009). A distância utilizada neste estudo é denotada por:

$$d = \sqrt{(X_1 - Y_1)^2 + (X_2 - Y_2)^2 + \dots (X_n - Y_n)^2}, \quad (1)$$

no qual  $X_p, Y_p, \dots, X_n, Y_n$  são as coordenadas das observações em análise.

A análise de cluster é utilizada para organizar os dados em uma estrutura hierárquica, com base na proximidade entre eles. Esse critério tende a minimizar a variância entre os componentes que fazem parte de determinado cluster (Hair *et al.*, 2009). Desta maneira, a análise de cluster é adotada para verificar a semelhança entre os municípios vizinhos utilizando como referencial os fatores obtidos na análise fatorial.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Resultados da análise fatorial

Para alcançar o objetivo proposto, foram realizadas duas análises fatoriais, uma para o ano de 2006 e outra para 2017. O teste de esfericidade de Bartlett foi submetido, ambos mostrando-se significativos (20321 e 25719, respectivamente) a 1% de probabilidade. O teste Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) também foi realizado, obtendo valores de 0,612 e 0,692, considerados razoáveis. A aproximação qui-quadrado foi de 20321 e 25719, com 210 graus de liberdade.

O primeiro critério de redução dos fatores a ser considerado é o critério de Kaiser, que define o máximo de fatores possíveis, no caso, 7. Os autovalores menores que 1 não podem ser considerados fatores. Outro critério é analisar a porcentagem de variância de cada componente, indicando o quanto ela pode explicar o modelo. A teoria também é um dos critérios para ajudar a definir a quantidade de fatores (o estudo de Alcantara e Bacha (2023), ajudou na escolha ótima dos fatores). O último critério analisado foi a inspeção do gráfico escarpa.

Para o ano de 2006, anexo A, no fator 1 encontra-se as variáveis despesas com adubos e corretivos/AE, Despesas com adubos e corretivos/PO, Despesas totais/AE, Despesas com sementes e mudas/AE. O fator que representa essas variáveis é **Investimentos em Insumos Agrícolas**. Esse fator engloba as despesas relacionadas a adubos, corretivos, sementes e mudas, refletindo o investimento em recursos essenciais para a produção agrícola.

O fator 2 é formado por lavouras permanentes e temporárias/AE, Área com plantio direto na palha/AE, Matas ou florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal/AE, Despesas com sementes e mudas/AE, Despesas com sementes e mudas/PO, Proporção dos estabelecimentos agrícolas que possuem energia elétrica, Proporção dos estabelecimentos agrícolas que receberam orientação técnica. O fator que pode representar essas variáveis é **Sustentabilidade e Gestão Agrícola**. Esse fator engloba aspectos

relacionados à diversificação das lavouras, práticas de conservação do solo (como plantio direto na palha), preservação ambiental (como matas e florestas destinadas à reserva legal), investimentos em sementes e mudas, bem como o acesso a recursos e orientação técnica para uma gestão agrícola mais eficiente e sustentável.

O fator 3 possui as variáveis Número de tratores existentes nos estabelecimentos agrícolas/AE, Despesas com combustíveis e lubrificantes/AE, Valor da produção/AE e Proporção dos estabelecimentos agrícolas que possuem energia elétrica. O fator que pode representar essas variáveis é **Mecanização Agrícola**, uma vez que se trata de número de tratores, despesas com combustíveis e lubrificantes, bem como o valor da produção agrícola e o acesso à energia elétrica, refletindo a adoção de tecnologias para aumentar a eficiência e produtividade no campo.

No fator 4 encontra-se as variáveis Área dos estabelecimentos que fizeram uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/AE, Número de tratores existentes nos estabelecimentos agrícolas/PO, Despesas com combustíveis e lubrificantes/PO, Valor da produção/PO e Proporção dos estabelecimentos agrícolas que obtiveram financiamento através de programas governamentais de crédito. O fator que pode representar essas variáveis é **Infraestrutura e Investimentos Agrícolas**. Esse fator engloba aspectos relacionados à melhoria da infraestrutura agrícola, como o uso de corretivos do pH do solo, a disponibilidade de equipamentos agrícolas (como tratores), os custos operacionais associados (como despesas com combustíveis e lubrificantes), o valor da produção agrícola e o acesso a financiamentos governamentais para investimentos no setor agrícola.

Para 2006, o fator 5 é formado por Despesas com agrotóxicos/AE, Despesas com agrotóxicos/PO. Dessa forma é possível classificá-lo por: **Despesas com Agrotóxicos**.

Para o ano de 2017, anexo B, no fator 1 encontram-se as variáveis Lavouras Temporárias e Permanentes/AE, Matas ou florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal/AE, Área dos estabelecimentos que fizeram uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/AE, Área com plantio direto na palha/AE, Número de tratores existentes nos estabelecimentos agrícolas/PO e Valor da produção/PO.

Este fator representa a quantidade de capital investido em relação à área utilizada para a produção agrícola, abrangendo aspectos como a preservação ambiental, uso de insumos (como calcário e corretivos), tecnologia (número de tratores) e a produtividade (valor da produção) por unidade de área, representando a intensidade de capital na área explorada. É possível considerar que se trata, portanto, da relação **Capital/terra (K/T)**. O fato de haver muitas variáveis nesse fator, além de possuir as maiores comunalidades indica que esse é o fator com maior poder explicativo. Portanto o maior fator a produtividade agropecuária na região Sul é a relação capital/terra.

No fator 2 temos as variáveis Despesas com agrotóxicos/AE, Despesas com agrotóxicos/PO, Despesas totais/AE e Despesas totais/PO. Dessa forma as despesas com agrotóxicos e despesas totais convergem para mesma direção em relação a produtividade agrícola, uma vez que elas têm alto score fatorial, tanto pela relação área ocupada como para relação pessoal ocupado. O fator 2 é chamado de **Despesas com Agrotóxicos**.

O fator 3 é formado pelas variáveis Número de tratores existentes nos estabelecimentos agrícolas/AE, Despesas com adubos e corretivos/AE e Valor da produção/AE. Os resultados demonstram que essas variáveis acabam convergindo para o mesmo fator. O Fator 3 pode ser denotado por **Intensidade de Mecanização e Fertilização na Produção Agrícola**. Este fator aborda a presença de tratores nos estabelecimentos agrícolas, as despesas relacionadas a adubos e corretivos, bem como o valor da produção agrícola. Ele reflete a utilização de tecnologia (tratores), fertilizantes e corretivos do solo para maximizar a produção agrícola.

No fator 4 encontram-se as Despesas com sementes e mudas/AE, Despesas com sementes e mudas/PO e Proporção dos estabelecimentos agrícolas que possuem energia elétrica. O Fator 4 é classificado por **Infraestrutura Básica e Investimento Inicial na Produção Agrícola**. Este fator engloba o investimento inicial em sementes e mudas, que são essenciais para o plantio e a produção agrícola, juntamente com a disponibilidade de energia elétrica, que é fundamental como infraestrutura básica para os estabelecimentos agrícolas. Assim, o fator reflete o aspecto inicial do ciclo de produção agrícola e a importância da infraestrutura básica para o desenvolvimento da atividade agrícola.

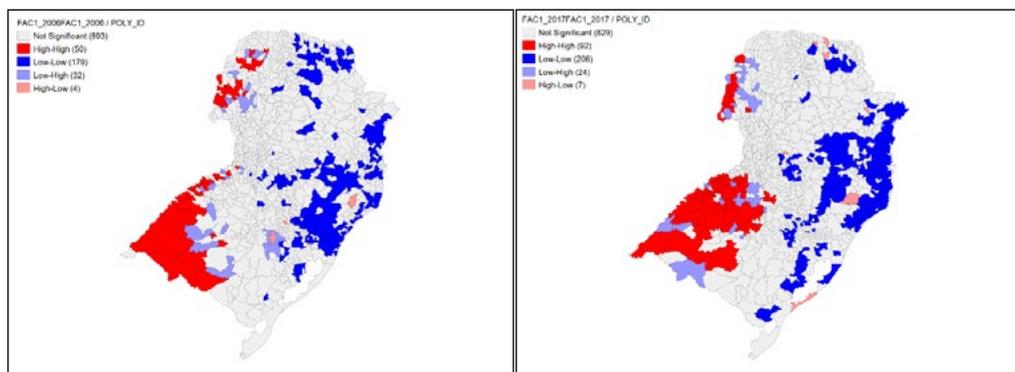
No fator 5 temos as variáveis Despesas com combustíveis e lubrificantes/AE, Despesas com combustíveis e lubrificantes/PO e Área dos estabelecimentos que fizeram uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/AE. É possível notar que as variáveis do fator 5 são elementos na agricultura mais avançados que no fator 4. Desta forma, despesa com combustíveis e lubrificantes implica um grau de mecanização, e o uso de corretivos para o pH do solo já são técnicas que permitem uma melhor absorção dos nutrientes do solo. O Fator 5 é denotado por **Modernização e Eficiência na Produção Agrícola**. Este fator reflete o progresso tecnológico e a busca por maior eficiência e produtividade na atividade agrícola.

É possível notar que os fatores, variáveis que formam os fatores, mudaram de 2006 com relação a 2017. Ademais, é possível observar que os fatores de 2017 são mais relacionados a investimentos e mecanização. Este resultado sugere que o apoio das agências de Pesquisa (Embrapa), bem como das agências de financiamentos mudaram a caracterização da produtiva agrícola nos municípios do sul do Brasil.

## 4.2 Resultados da Análise de Cluster

Para verificar a presença de cluster entre os fatores, realiza-se uma análise de autocorrelação especial baseada no índice de Moran. Precisamente, esta medida gera um índice para o mapa da região Sul, fazendo um cluster entre as cidades, mostrando a relação espacial na distribuição de cada fator, indicando a semelhança da economia agrícola entre as cidades vizinhas. O Indicador vai gerar 5 faixas com esse índice, a branca é não significativa, a vermelha é *high-high*, indicando um alta concentração e apresentando uma alta vizinhança com municípios ao redor. A azul escuro é *low-low*, uma baixa concentração e baixa vizinhança. A azul claro é *low-high*, baixa concentração, porém com uma vizinhança alta, e a laranja é *high-low*, uma alta concentração e baixa vizinhança.

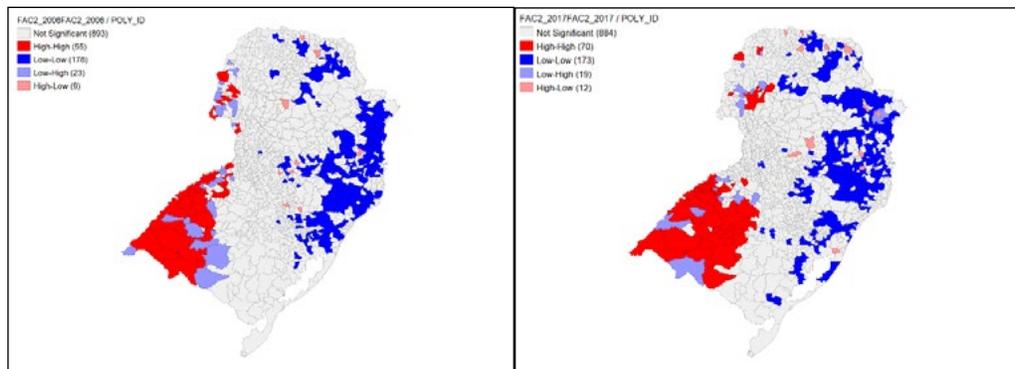
Figura 1 – Fator 1



Fonte: Elaboração própria.

Para o primeiro fator, é possível notar que investimentos em insumos agrícolas (ano de 2006) e relação capital/terra (ano de 2017) apresenta alta correlação entre os municípios do sudoeste do Rio Grande do Sul e do sudoeste do Paraná. Por sua vez, baixa correlação entre os municípios do litoral do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Os municípios em vermelho apresentam a agropecuária como importante atividade econômica da região, e desta forma, o efeito encadeamento do setor é marcante.

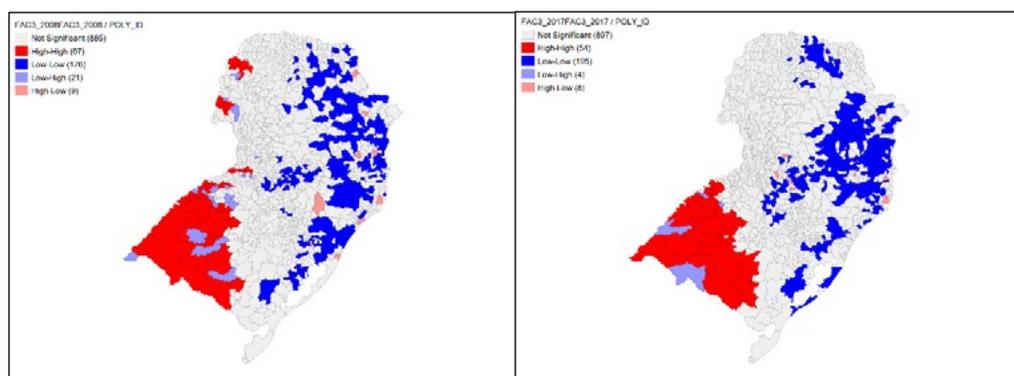
Figura 2 – Fator 2



Fonte: Elaboração própria.

Para o segundo fator, Sustentabilidade e Gestão agrícola (2006), despesas com agrotóxicos (2017) é possível verificar que ocorre uma diminuição na correlação alta de vizinhança (municípios em vermelho). Novamente, a maioria dos municípios em vermelho tem por características a importância do agronegócio na economia.

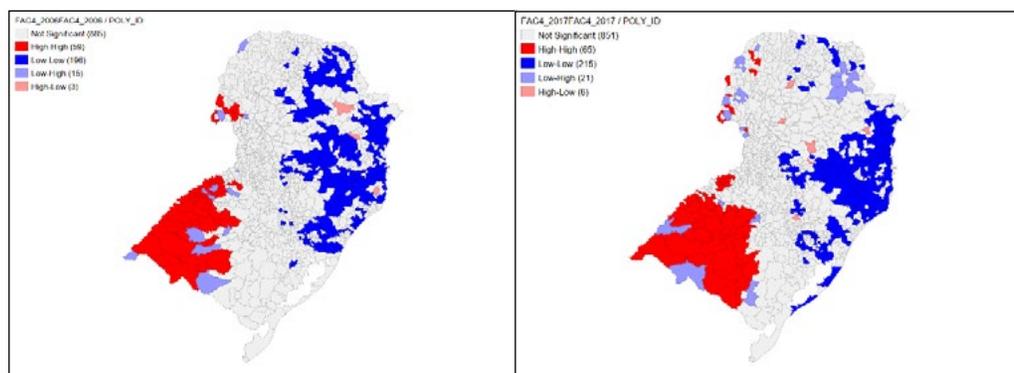
Figura 3 – Fator 3



Fonte: Elaboração própria.

Para o terceiro fator, Mecanização agrícola (2006) e Intensidade de Mecanização e Fertilização na Produção Agrícola (2017) é possível notar que havia duas porções pequenas de municípios com alta concentração e alta vizinhança no oeste do Paraná em 2006, que deixaram de ser significantes em 2017.

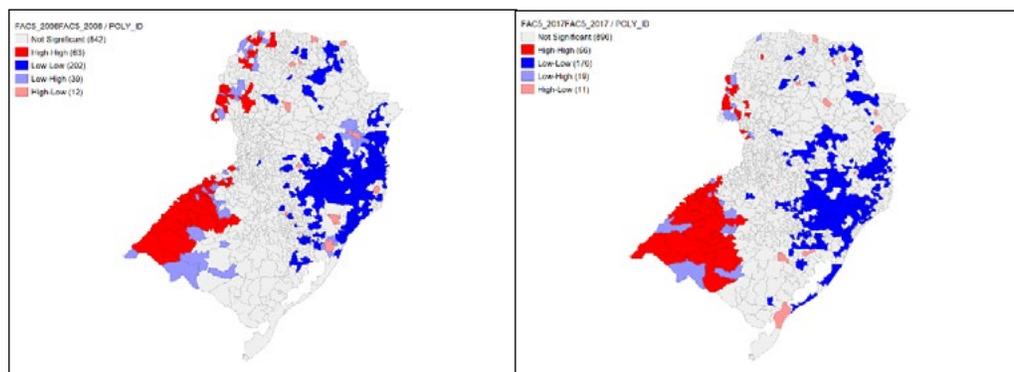
Figura 4 – Fator 4



Fonte: Elaboração própria.

Para o fator quatro, Infraestrutura e Investimentos Agrícolas (2006) e infraestrutura básica e investimento inicial na produção agrícola (2017) é possível notar uma mudança da concentração com alta vizinhança, precisamente, os municípios do noroeste do Rio Grande do Sul deixaram de ser significantes, e houve uma expansão na concentração desse fator para o leste.

Figura 5 – Fator 5



Fonte: Elaboração própria.

Para o quinto fator, Despesas com Agrotóxico (2006) e Modernização e Eficiência na Produção Agrícola (2017), é possível verificar algumas mudanças no Paraná. Assim, mudou os municípios em vermelho, e principalmente a maior parte dos municípios em azul escuro deixaram de ser significantes.

Todos os fatores analisados entre os dois períodos compartilham de uma composição parecida. Uma porção de municípios no oeste do Rio Grande do Sul apresentam alto grau de concentração, e uma outra porção menor no oeste do Paraná também apresenta esse mesmo padrão *low-low* em azul escuro.

Por outro lado, há outro padrão representado pela cor azul, predominante no leste da região, sobretudo em Santa Catarina. Assim, estes fatores possuem baixa correlação. Por fim, verifica-se que não apresenta alta correlação entre os fatores para grande parte dos municípios analisados.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor agrícola é de fundamental importância para a região sul do Brasil. Ademais, de acordo com a literatura, este setor se transformou ao longo do último século, principalmente na produtividade. Desta forma, formou-se um encadeamento na economia, com um setor industrial e programas de pesquisa e desenvolvimentos voltados para a produção agrícola.

O Brasil investiu no agronegócio com pesquisa e desenvolvimento ao longo das últimas décadas, além de financiar os agricultores com diversos programas. Esse fato ocasionou em aumentos significativos ao longo dos anos na produtividade agropecuária brasileira. No período analisado de 2006 e 2017, a região Sul apresentou uma evolução considerável nos indicadores da produtividade agrícola.

Outro resultado a se destacar é que as variáveis mudaram do censo agrícola de 2006 em relação ao de 2017, sugerindo uma mudança na estrutura produtiva. Assim, verifica-se que os fatores de 2017 encontram-se mais relacionados a investimentos e mecanização, mostrando a importância das agências de pesquisa e financiamentos.

No que diz respeito ao índice de Moran, o cluster *high-high* está no sudeste do RS e o cluster *low-low* no litoral catarinense. De 2006 para 2017 há um aumento do número de municípios nestes dois clusters – no primeiro, seguindo estado adentro rumo ao centro do RS, e no segundo, seguindo em direção ao sul de SC. Também há uma perda de significância perceptível nos municípios próximos à região de Porto Alegre.

Diante da importância do setor de agronegócio para os municípios do sul do Brasil é importante buscar identificar quais variáveis caracterizam a produtividade agrícola, bem como verificar se ocorrem mudanças estruturais no setor agrícola de 2006 em relação a 2017. Fica como sugestão de trabalhos futuros, avaliar o efeito transbordamento entre os fatores para os municípios.

## REFERÊNCIAS

- ALBERGONI, L.; PELAEZ, V. Da revolução verde à agrobiotecnologia: ruptura ou continuidade de paradigmas. **Revista de Economia**, v. 33, n.1, 2007.
- ALCANTARA, I. R.; BACHA, C, J, C. A modernização desigual da agropecuária brasileira de 2006 a 2017. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 27, 2023.
- ALVES, E. O que significam as medidas de produtividade da agricultura? **Revista de Economia e Agronegócio–REA**, v. 8, n.3, 2015..
- CORRAR, L. J.; DIAS FILHO, J, M ; PAULO, E. Análise multivariada para os cursos de administração, ciências contábeis e economia. **Editores Atlas**, 2009.
- DAVIS, J. H.; GOLDBERG, R. A. A Concept of Agribusiness. Division of Research. Graduate School of Business Administration. Boston: **Harvard University**, 1957.
- DIAS, G. L. S.; AMARAL, C.M. Mudanças Estruturais na Agricultura Brasileira, 1980-1998. In: BAUMANN, R. (org.) Brasil – Uma Década em Transição. **CEPAL/Campus**, 1999.
- GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Orgs.). A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília: **Ipea**, 2010. p. 19-44.
- GOODMAN, D.; REDCLIFT, M.. Refashioning nature: food, ecology and culture. Londres: **Routledge**, 1991.
- GOODMAN, D. ; SORJ, B. & WILKINSON, J. Da lavoura às biotecnologias. São Paulo: **Campus**,1990.
- HAIR, J. F. *et al.* Análise multivariada de dados. Bookman editora, 2009.

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

JANK, Marcos Sawaya; NASSAR, André Meloni; TACHINARDI, Maria Helena. Agronegócio e comércio exterior brasileiro. **Revista USP**, n. 64, p. 14-27, 2005.

MATOS, D. A. S.; RODRIGUES, E C. **Análise fatorial**. 2019.

MESQUITA, O. V.; GUSMÃO, R. P.; SILVA, S. T. Modernização da agricultura brasileira. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 39, n. 4, p. 3-65, 1977.

MEYER, L. F. F.; BRAGA, M. J. O crescimento das desigualdades tecnológicas na agricultura mineira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 36, n. 2, p. 59-90, 1998.

SILVA, J.F.G. A nova dinâmica da agricultura brasileira. Campinas: IE/ UNICAMP, 1996.

SILVA, R. P.; VIAN, C. E. F. Determinantes da modernização agropecuária em 4.535 municípios brasileiros em 2006. **CONGRESSO DA APDEA**, 2019.

SOUZA, P. M.; LIMA, J. E. Intensidade e dinâmica da modernização agrícola no Brasil e nas suas unidades da Federação. **Revista Brasileira de Economia**, v. 57, n. 4, 2003

SOUZA, R. F.; KHAN, A. S. Modernização da agricultura e hierarquização dos municípios maranhenses. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 39, n. 2, p. 81-104, 2001.

WILKINSON, John. Transformações e perspectivas dos agronegócios brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 26-34, 2010.

## Anexo A- Matriz de componente rotativa para o ano de 2006

Matriz de componente rotativa <sup>a</sup>						
Componente	1	2	3	4	5	Comunalidades
Lavouras permanentes e temporárias/AE		0,827				<b>0,749</b>
Matas ou florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal/AE		-0,461				<b>0,257</b>
Área dos estabelecimentos que fizeram uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/AE				0,549		<b>0,315</b>
Área com plantio direto na palha/AE		0,85				<b>0,767</b>
Número de tratores existentes nos estabelecimentos agrícolas/AE			0,842			<b>0,723</b>
Número de tratores existentes nos estabelecimentos agrícolas/PO		0,314		0,746		<b>0,716</b>
Despesas com adubos e corretivos/AE	0,969					<b>0,946</b>
Despesas com adubos e corretivos/PO	0,975					<b>0,959</b>
Despesas com sementes e mudas/AE		0,555	0,359			<b>0,495</b>
Despesas com sementes e mudas/PO		0,548		0,422		<b>0,564</b>
Despesas com agrotóxicos/AE					0,935	<b>0,925</b>
Despesas com agrotóxicos/PO					0,889	<b>0,910</b>
Despesas com combustíveis e lubrificantes/AE		0,358	0,743			<b>0,699</b>
Despesas com combustíveis e lubrificantes/PO		0,404		0,729		<b>0,714</b>
Despesas totais/AE	0,725		0,417			<b>0,745</b>
Despesas totais/PO	0,974					<b>0,983</b>
Valor da produção/AE			0,738			<b>0,547</b>
Valor da produção/PO				0,518		<b>0,276</b>
Proporção dos estabelecimentos agrícolas que possuem energia elétrica		-0,506	0,474			<b>0,503</b>
Proporção dos estabelecimentos agrícolas que receberam orientação técnica		0,57	0,375			<b>0,495</b>
Proporção dos estabelecimentos agrícolas que obtiveram financiamento através de programas governamentais de crédito				-0,596		<b>0,418</b>
Método de Extração: análise de Componente Principal.						
<i>Método de Rotação: Varimax com Normalização de Kaiser</i>						
<i>Rotação convergida em 5 iterações.</i>						

## Anexo B - Matriz de componente rotativa para o ano de 2016

Matriz de componente rotativa <sup>a</sup>						
Componente	1	2	3	4	5	Comunalidades
Lavouras Temporárias e Permanentes/AE	0,761					0,758
Matas ou florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal/AE	0,362					<b>0,251</b>
Área dos estabelecimentos que fizeram uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/AE	0,490				0,446	<b>0,576</b>
Área com plantio direto na palha/AE	0,788					<b>0,742</b>
Número de tratores existentes nos estabelecimentos agrícolas/AE			0,892			<b>0,806</b>
Número de tratores existentes nos estabelecimentos agrícolas/PO	0,662					<b>0,535</b>
Despesas com adubos e corretivos/AE			0,865			<b>0,842</b>
Despesas com adubos e corretivos/PO	0,716	0,362	0,377			<b>0,831</b>
Despesas com sementes e mudas/AE				0,965		<b>0,968</b>
Despesas com sementes e mudas/PO				0,941		<b>0,938</b>
Despesas com agrotóxicos/AE		0,903				<b>0,920</b>
Despesas com agrotóxicos/PO	0,397	0,829				<b>0,934</b>
Despesas com combustíveis e lubrificantes/AE			0,583		0,722	<b>0,872</b>
Despesas com combustíveis e lubrificantes/PO					0,886	<b>0,906</b>
Despesas totais/AE	0,343	0,699	-0,434			<b>0,812</b>
Despesas totais/PO		0,937				<b>0,957</b>
Valor da produção/AE	0,352		0,618			<b>0,519</b>
Valor da produção/PO	0,640				0,329	<b>0,576</b>
Proporção dos estabelecimentos agrícolas que possuem energia elétrica				-0,317		<b>0,253</b>
Proporção dos estabelecimentos agrícolas que receberam orientação técnica	0,695		0,318			<b>0,603</b>
Proporção dos estabelecimentos agrícolas que obtiveram financiamento através de programas governamentais de crédito						<b>0,077</b>
Método de Extração: análise de Componente Principal. Método de Rotação: Varimax com Normalização de Kaiser. <sup>a</sup>						
a. Rotação convergida em 11 iterações.						