

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO SOCIOECONÔMICO - CSE  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS - CNM  
CURSO CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

João Lucas Batistela de Sousa

**Caracterização dos indicadores de produtividade agrícola nos municípios do sul do  
Brasil: Uma análise com os dados do censo agropecuário de 2006 a 2017**

Florianópolis

2024

João Lucas Batistela de Sousa

**Caracterização dos indicadores de produtividade agrícola nos municípios do sul do Brasil: Uma análise com os dados do censo agropecuário de 2006 a 2017**

Trabalho Conclusão do Curso de  
Graduação em Ciências Econômicas. do  
Centro de Socioeconômico da  
Universidade Federal de Santa Catarina  
como requisito para a obtenção do título  
de Bacharel/Licenciado em Ciências  
Econômicas. Orientador: Prof. Helberte  
João França Almeida, Dr..

Florianópolis

2024

Ficha catalográfica gerada por meio de sistema automatizado gerenciado pela BU/UFSC.  
Dados inseridos pelo próprio autor.

de Sousa, João Lucas Batistela  
Caracterização dos indicadores de produtividade agrícola  
nos municípios do sul do Brasil : Uma análise com os dados  
do censo agropecuário de 2006 a 2017 / João Lucas  
Batistela de Sousa ; orientador, Helberte João França  
Almeida, 2024.  
51 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro  
Socioeconômico, Graduação em Ciências Econômicas,  
Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Ciências Econômicas. 2. Produtividade Agrícola. 3.  
Análise Fatorial. 4. Índice de Moran. I. Almeida, Helberte  
João França . II. Universidade Federal de Santa Catarina.  
Graduação em Ciências Econômicas. III. Título.

João Lucas Batistela de Sousa

**Caracterização dos indicadores de produtividade agrícola nos municípios do sul do Brasil: Uma análise com os dados do censo agropecuário de 2006 a 2017**

Florianópolis, 06 de julho de xx2024xx.

O presente Trabalho de Conclusão de Curso foi avaliado e aprovado pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Helberte João França Almeida, Dr.(a)

Instituição UFSC

Prof.(a) Pedro Luiz Paolino Chaim, Dr.(a)

Instituição UFSC

Prof.(a) Cassiano Ricardo Dalberto, Dr.(a)

Instituição UFSC

Certifico que esta é a **versão original e final** do Trabalho de Conclusão de Curso que foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Economia / Relações Internacionais por mim e pelos demais membros da banca examinadora.

---

Prof.(a) Helberte João França Almeida, Dr.(a)

Orientador(a)

Florianópolis, 2024.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaria de agradecer a todos que tornaram este trabalho possível, minha família por me dar todo suporte necessário para os meus estudos, e todo amor e carinho que me dedicaram. Dedico este trabalho a minha mãe Gisela e ao meu pai Jaci, pela educação e o amor que me foi dado. Não distante, não poderia esquecer meu irmão, Pedro, que me acompanhou durante esses anos de estudo.

Agradeço a todos os amigos que fiz durante o período de graduação, em especial a meu amigo Lucas, e também aos amigos de infância, que mesmo longe sempre se fizeram presentes. Todos de alguma forma contribuíram para meu crescimento durante os anos de universidade.

Por fim, agradeço a todos os meus professores, que durante a faculdade por me conceder seu conhecimento ao longo desses anos. Em especial, quero agradecer ao meu orientador Helberte, pela paciência e ter dedicado tempo para a orientação do meu trabalho.

## RESUMO

A mensuração da produtividade agrícola, especialmente através da Produtividade Total dos Fatores (PTF), tem sido objeto de estudo em diversas pesquisas na área da economia. Ao longo dos anos, o setor agrícola passou por significativas transformações impulsionadas pelos avanços na manipulação genética de sementes, uso de fertilizantes e adoção de tecnologias de mecanização. Estes fatores-chave para a produtividade agrícola evidenciam a interconexão entre os diferentes setores da economia, uma vez que o setor primário demanda não apenas atividades industriais associadas, mas também investimentos em pesquisa e desenvolvimento. O presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão teórica sobre a produtividade agropecuária, visando sua aplicação em uma análise fatorial para comparar as mudanças na estrutura agropecuária da região Sul do Brasil entre os anos de 2006 e 2017.

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

## **ABSTRACT**

The measurement of agricultural productivity, especially through Total Factor Productivity (TFP), has been the object of study in several studies in the area of economics. Over the years, the agricultural sector has undergone significant transformations driven by advances in the genetic manipulation of seeds, the use of fertilizers and the adoption of mechanization technologies. These key factors for agricultural productivity highlight the interconnection between the different sectors of the economy, since the primary sector demands not only associated industrial activities, but also investments in research and development. The present study aims to carry out a theoretical review on agricultural productivity, aiming for its application in a factor analysis to compare changes in the agricultural structure of the southern region of Brazil between the years 2006 and 2017.

**Key-words:** Productivity, Agricultural sector, Southern Region, Factor Analysis

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Composição Setorial da Renda no Brasil.....	20
Gráfico 2: Evolução dos índices de Produtividade Total .....	21
Gráfico 3: Participação da Agricultura no Emprego Total.....	22
Gráfico 4: Agricultura Familiar Brasileira em 2017 .....	27
Gráfico 5: Agricultura Familiar com Pronaf .....	27
Gráfico 6: Agricultura Familiar com Pronamp .....	28
Gráfico 7: Área Plantada ou Destinada á Colheita Região SUL.....	45

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fator 1 2006.....	40
Figura 2: Fator 1 2017.....	40
Figura 3: Fator2 2006.....	41
Figura 4: Fator 2 2017.....	41
Figura 5: Fator 3 2006.....	42
Figura 6: Fator 3 2017.....	42
Figura 7: Fator 4 2006.....	42
Figura 8: Fator 4 2017.....	43
Figura 9: Fator 5 2006.....	43
Figura 10: Fator 5 2017 .....	44

## SUMÁRIO

1 Introdução .....	12
1.1 Objetivos .....	13
1.1.1 Objetivo Geral .....	13
1.1.2 Objetivos Específicos.....	13
1.2 JUSTIFICATIVA.....	14
2 Referencial Teórico .....	16
2.1 Produtividade agrícola- Conceitual e suas implicações .....	16
2.2 Produtividade agrícola brasileira e seus determinantes.....	18
3 Metodologia e Resultados.....	30
4 Resultados .....	33
5 CONCLUSÃO .....	47
REFERÊNCIAS.....	48



## 1 Introdução

O Brasil é um país historicamente marcado pelo desenvolvimento econômico baseado em ciclos agrícolas, aproveitando sua vasta extensão territorial e 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 de seu 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. Segundo Furtado (2003, p. 45), "os ciclos econômicos brasileiros, desde a extração do pau-brasil até a industrialização pós-1930, são marcados por uma dependência estrutural de exportações de produtos primários, que moldaram a trajetória de desenvolvimento do país". No início dos anos 2000, com o "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 pós-"boom das commodities", especialmente após a Revolução Verde. Este período testemunhou 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.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Revisar a produtividade agropecuária no Brasil, além de verificar os fatores associados a produtividade agropecuária nos municípios da Região Sul entre 2006 e 2017 no contexto da produtividade agropecuária no Brasil.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Fazer uma revisão teórica contextualizando a produtividade agropecuária brasileira.
- Verificar os fatores associados a produtividade do setor agropecuário na Região Sul por municípios entre 2006 e 2017.
- Analisar a distribuição e a dependência espacial dos fatores de produtividade entre os municípios da região Sul.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O crescimento contínuo da população mundial implica em um aumento da demanda por alimentos, porém o setor agrícola enfrenta restrições na expansão de novas áreas de cultivo. Giovannini et al. (2015) argumentam que ,para atender a essa demanda crescente, é necessário promover o aumento da produtividade agrícola.

O Brasil passou por uma modernização no setor agropecuário, com importação de tratores e fertilizantes. Além disso, Gasques et al. (2010) destacam o papel das pesquisas realizadas pela EMBRAPA no aumento da produtividade. Essa modernização resultou em mudanças técnicas e econômicas que impulsionaram significativamente a produtividade agrícola a partir de 1975 até 1994, fortalecendo as relações entre o setor agrícola e o industrial.

A análise da produtividade agrícola brasileira é desafiadora devido à extensa extensão territorial do país e às diferentes características regionais. As regiões sul, sudeste e centro-oeste são mais intensivos em tecnologia que os demais. Além disso, a produção de cada região é diferente devido as diferenças ambientais, clima e característica dos solos entre as regiões. Enquanto o Sul se destaca pela produção de soja, milho e pecuária, o Norte está mais ligado a atividades extrativistas como borracha, madeira e castanha do Brasil. Essa diversidade resulta em uma alta variância na eficiência técnica entre as regiões.

Este trabalho visa realizar uma revisão teórica dos determinantes da produtividade agropecuária, com foco na análise da região Sul durante o período de 2006 a 2017. Utilizando dados coletados, será aplicada uma metodologia de análise fatorial para reduzir o número de variáveis e facilitar a compreensão da composição agrícola. Embora haja trabalhos que tenham utilizado essa metodologia para analisar o setor agrícola brasileiro em

mesorregiões, este estudo pretende ir além, analisando a região sul para todos os municípios.

Os resultados obtidos permitirão comparar os fatores determinantes da produtividade agropecuária na região Sul e interpretá-los à luz do referencial teórico. Considerando que o setor agropecuário está inserido em uma conjuntura econômica em constante evolução, essa análise contribuirá para uma compreensão mais profunda do setor e suas dinâmicas ao longo do tempo.

## **2 Referencial Teórico**

### **2.1 Produtividade agrícola- Conceitual e suas implicações**

O referencial teórico do presente trabalho tem como objetivo situar a discussão econômica sobre os determinantes da produtividade agropecuária. Ademais, o referencial tem como objetivo contextualizar a discussão econômica sobre os determinantes da produtividade agropecuária. Para isso, é fundamental compreender o conceito de produtividade no setor agropecuário.

A produtividade é definida como a quantidade total produzida dividida pelos insumos e pelo tempo. Existem diversas maneiras de medir a produtividade, todas buscando avaliar a eficiência do setor (ALVES, 2015). Em economias primitivas, onde os únicos fatores de produção são terra e trabalho, a produtividade é medida pela rentabilidade da terra.

Um método comum para medir a produtividade agrícola é fixar os insumos e buscar a máxima produção possível, calculando assim a máxima renda líquida da economia com os insumos disponíveis (ALVES, 2015).

Diferentes abordagens para medir a produtividade incluem a produtividade total dos fatores (PTF), produtividade da terra e produtividade do trabalho (ALVES, 2015). Trabalhos como Baráth e Fertő (2017), Anik et al. (2017), Fuglie e Wang (2012), Alston et al. (2010), FAO (2013) e Headey et al. (2010) destacam que a produtividade agrícola mundial está associada à alocação de recursos, progresso técnico e utilização de insumos. Souza et al. (2010), verificam que a produtividade de certos países ainda apresenta um hiato muito grande mesmo com um grau tecnológico parecido. Defende a hipótese de que a alocação eficiente dos recursos tecnológicos é um determinante para o crescimento da produtividade.

O capital humano também afeta a produtividade agrícola, representando o conhecimento acumulado pelos trabalhadores e empresários. Freitas e Baccha (2004) argumentam que produtores rurais com maior nível de

educação tendem a ter maior capacidade de adaptação às mudanças no setor agropecuário.

A teoria econômica considera duas vias para aumentar a produção: a via direta, onde o capital humano aumenta a produtividade do trabalho, e a via indireta, onde o capital humano facilita o uso e criação de tecnologia (CANGUSSU et al., 2010).

O desafio de quantificar o capital humano para compreender seu impacto no crescimento econômico é evidente, há inclusive estudos que concluem não haver uma relação clara. Por exemplo, o estudo de Mankiw et alii (1992) destaca a omissão dessa variável no modelo de crescimento de Solow. Segundo o modelo de Solow, a renda é influenciada principalmente pelos níveis de poupança e crescimento populacional. Os autores observam que o modelo de Solow está em linha com os dados disponíveis, explicando por que diferentes países atingem diferentes níveis de estado estacionário de produção. Esses níveis são determinados pelos níveis de poupança, crescimento populacional e progresso tecnológico, conforme elaborado na tese de Solow. O estado estacionário da produção representa o nível para o qual a economia converge, dados esses fatores (poupança, crescimento populacional e progresso tecnológico).

Segundo Mankiw et alii (1992) tal modelo afim de explicar o porquê de diferentes países terem um nível diferente para estado estacionário do produto. Na sua tese seriam os níveis de poupança, população e progresso tecnológico

Esse modelo mostra que quanto mais rico um país é maior será sua poupança, em contrapartida quanto maior a taxa de crescimento populacional de um país, mais pobre o país será. O estudo de Mankiw et alii (1992) verificou que isso de fato acontece, porém o modelo de Solow não era muito preciso na predição da magnitude dessa relação, e não conseguia explicar as diferenças entre diferentes países.

Além disso outro problema desse modelo é de considerar a poupança, crescimento populacional e progresso tecnológico como exógenos, ou seja, o modelo apenas capta o quanto essas variáveis afetam no produto, mas não explica as próprias variáveis. Na época havia modelos que tentavam explicá-

las, a grande diferença entre eles é que esses modelos assumem retornos constantes de escala nos fatores, enquanto no modelo de Solow os retornos são decrescentes.

A fim de melhorar o modelo de Solow, Mankiw et al (1992) adicionaram outra variável explicativa para o produto, o capital humano. Essa nova variável foi adicionada devido ao fato de ela estar correlacionada as taxas de poupança e crescimento populacional.

Freitas e Baccha (2004) realizaram um estudo para analisar os efeitos do capital humano no crescimento agropecuário brasileiro no período de 1970 a 1996, analisando cada estado do país. Nesse estudo a educação foi considerada como o capital humano. Concluíram que a educação aumenta a taxa de crescimento da produção agropecuária, com impacto mais expressivo nesse setor do que em outros setores da economia brasileira. Lau et alii (1993) também realizou estudos semelhantes, e os resultados indicam a mesma tendência. A conclusão é que o grau de escolaridade nesse setor é tão baixo no Brasil, que o aumento marginal de capital humano aumenta expressivamente o produto, em relação aos outros setores.

## **2.2 Produtividade agrícola brasileira e seus determinantes**

A atividade agropecuária é o setor na economia que possibilitou a redução da fome no mundo. Além disso, o desenvolvimento econômico de diversos países depende desse setor, porém é alvo de discussões na literatura econômica sobre por exemplo sua implicação em questões ambientais e na indústria.

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. Dessa forma, a produção agrícola se transformou, Goodman et al. (1990) afirma 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), 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 (GOODMAN et al. 1990). Essa técnica 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 dando início a chamada Revolução Verde (GOODMAN & REDCLIFT 1991).

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.

No entanto, após esse período, houve uma estagnação no ritmo de inovações no início da década de 80, coincidindo com uma crescente preocupação global com o meio ambiente. Nesse contexto, o uso de fertilizantes e agrotóxicos pelas empresas produtoras começou a ser criticado. Buttel (1982) analisa esse fenômeno sob uma perspectiva neo-shumpeteriana, argumentando que a combinação desses fatores levou as empresas a investirem em pesquisa e desenvolvimento para se manterem competitivas no mercado.

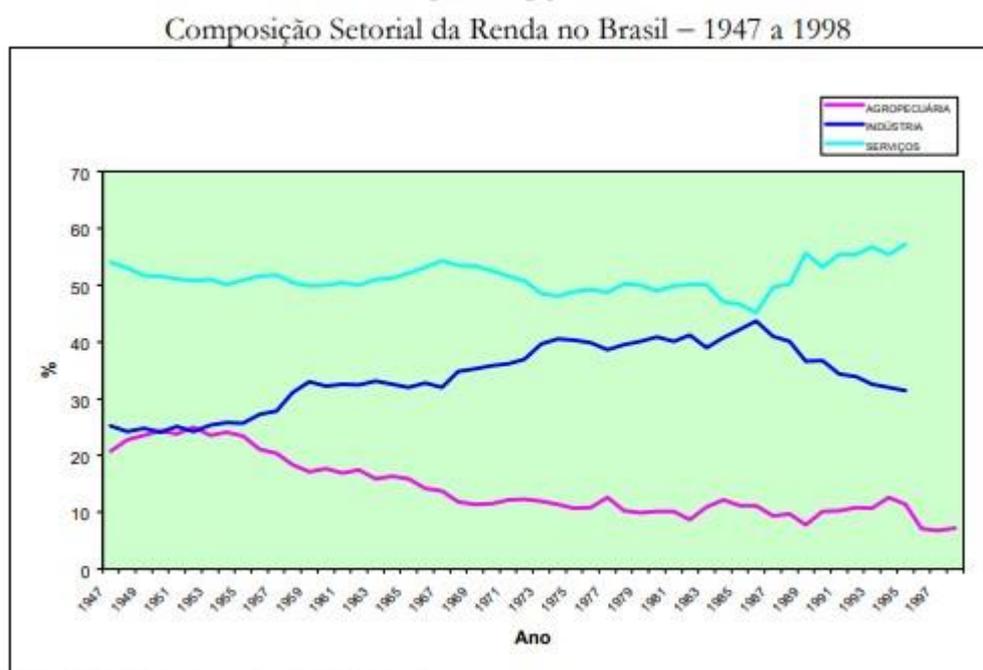
De acordo com essa literatura, essas mudanças poderiam quebrar o paradigma tecnológico antigo (Perez, 1983). Uma das estratégias adotadas foi a engenharia genética, que envolve o desenvolvimento de organismos geneticamente modificados (OGMs) e a transferência de genes entre diferentes organismos para conferir características desejadas a produtos agrícolas.

Neste cenário, novos métodos foram desenvolvidos dando espaço a engenharia genética a qual criou sementes mais resistentes. A transgenia nos alimentos foi muito importante para o setor agrícola. Possibilitou a criação de

sementes que eram resistentes a pragas e insetos, porém 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, uma vez que um rompimento ocorre quando há o abandono das práticas (ou tecnologias) antigas e simultaneamente a adoção de novas práticas.

A literatura econômica antes do boom das commodities mostrava uma tendência de declínio da participação da agricultura na renda total não apenas no Brasil, mas no resto do mundo, devido a transformações na agricultura e mudanças tanto na composição da produção quanto no uso dos fatores.

Gráfico 1: Composição Setorial da Renda no Brasil



Fonte: IBGE – Departamento de Contas Nacionais.

Fonte: GASQUES; CONCEIÇÃO, 2000

Pelo gráfico 1 é possível notar que entre 1947 e 1955 a participação da agropecuária e da indústria na renda eram muito próximas, porém após esse período a participação da indústria foi cada vez mais aumentando enquanto a da agropecuária foi cada vez diminuindo. Outro fato importante de se notar é como a participação do setor de serviços é historicamente muito superior aos

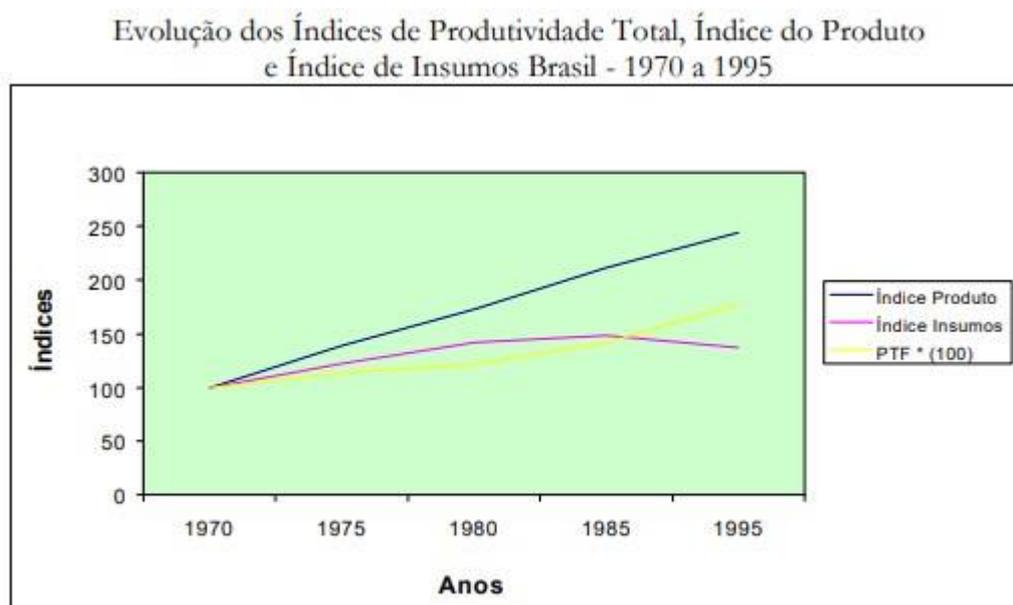
outros setores no Brasil, entretanto em 1987 a participação do setor industrial se aproximou do setor de serviços.

Apesar disso entre 1981 e 1998 a taxa média anual de crescimento do setor agropecuário foi consideravelmente alta, de 2,9%. Enquanto isso a do PIB foi de 1,9% e da indústria de apenas 0,9%. (SUZIGAN,1999).

Durante esse período, Graziano da Silva (1998) mostra que houve 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 agropecuário foi a abertura comercial.

Uma vez descoberto esse efeito da produtividade, a mensuração da produtividade se torna um desafio. Veeman (1995) estabeleceu uma forma de medir baseando-se na produtividade total dos fatores e não apenas na produtividade da terra e do trabalho.

Gráfico 2: Evolução dos índices de Produtividade Total



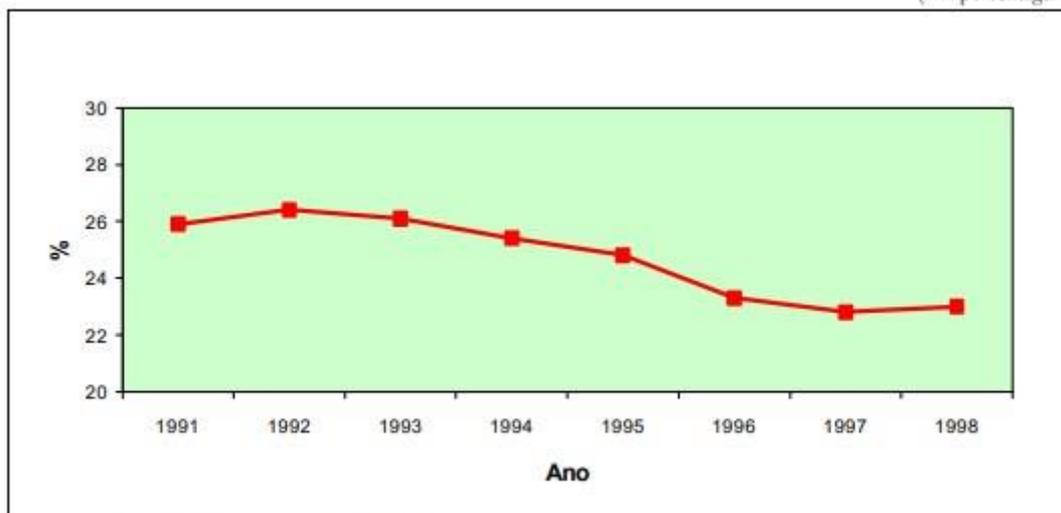
Fonte: GASQUES; CONCEIÇÃO, 2000

Gasques e Conceição(2000) mostraram que ao longo do período de 1970 e 1995 o índice do produto manteve uma trajetória crescente, mesmo quando houve uma queda no índice dos insumos, e isso se deve à trajetória crescente produtividade total dos fatores (PTF) , indicando uma possível mudança estrutural da agricultura brasileira.

### Gráfico 3: Participação da Agricultura no Emprego Total

Participação da Agricultura no Emprego Total – Brasil – 1991/1998

(Em porcentagem)



Fonte: IBGE – Departamento de Contas Nacionais.

Fonte: GASQUES; CONCEIÇÃO, 2000

Além disso, pelo gráfico 3 é possível notar uma tendência de queda na participação da agricultura no Emprego Total, indicando uma mudança estrutural da agricultura brasileira.

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. Comparou agentes produtivos com cultivos específicos para analisar a variabilidade de produtividade do trabalho no Brasil entre os setores industrial, agrícola e de serviços. Para ele essa diferença ocorre devido à dificuldade de acesso aos recursos financeiros para a modernização, bem como a carência de capital humano.

"No Brasil, existem culturas agrícolas que possuem padrões semelhantes de produtividade aos países que são referências mundiais." (PINTO, 1970). Segundo o autor, essa heterogeneidade é um fenômeno que não ocorre apenas no Brasil, mas em países em desenvolvimento, sobretudo na América Latina. Nesses países há diferenças no ambiente econômico, social, político, tecnológico e cultural entre os setores.

O Brasil é um país com muita desigualdade social e isso reflete em como o setor agropecuário está organizado. Há a produção de commodities, que é uma produção muito tecnológica e produtiva, voltada para o mercado

externo. Em contraste, há uma outra produção agropecuária com a função quase exclusivamente de subsistência das famílias do campo e de abastecimento de pequenos mercados locais. Segundo Paiva (1971), a proporção entre agricultores dessas duas formas de produção agrícola no Brasil muda muito conforme a região.

Segundo Graziano da Silva (1996, p. 19) 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.

Porém de fato houve gastos com pesquisas que também aumentaram a produtividade agrícola, segundo Gasques et al.(2010) a EMBRAPA desenvolveu 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.

Em 1999, houve uma mudança cambial no Brasil, segundo Brandão(2005) essa mudança seria benéfica para o setor agrícola brasileiro, uma vez que é um setor exportador. Entretanto devido à queda dos preços internacionais, essa mudança na política cambial acabou sendo suprimida, porém em 2002 houve uma crise mundial nos produtos agrícolas, dessa forma elevando os preços internacionais, o que possibilitou o setor agrícola brasileiro se tornar competitivo internacionalmente.

Para Brandão(2005), a expansão agrícola teve um aumento muito rápido, de 22,8%, da área plantada com grãos, ao longo de apenas três anos agrícolas (2001-2004), diferente da década de 90, quando a área agrícola permaneceu constante. É possível notar que a produtividade agrícola brasileira durante esse período (década de 90) aumentou, uma vez que sua produção agrícola aumentou enquanto a área agrícola total com lavouras permaneceu constante.

No período de 2001-2004, houve um aumento da área agrícola, entretanto foi com a conversão de pastagens em áreas agricultáveis ao invés de abertura contemporânea de novas áreas. "Foi viabilizado, também, pela maior facilidade de aquisição, por parte dos agricultores, de máquinas e implementos agrícolas a partir do ano agrícola 2000/2001, graças ao Programa

de Modernização da Frota de Tratores e Máquinas Agrícolas (o Moderfrota)." (GASQUES et al., 2022)

Os preços agrícolas mundiais alteram conformes ciclos, a elasticidade-preço oferta agrícola é baixa no curto prazo. Isso significa que mudanças percentuais no preço ocasionarão em uma mudança percentual menor na oferta do produto agrícola em questão. Esse mercado tem essa baixa elasticidade-preço oferta no curto prazo porque os produtores agrícolas farão o plantio com base nos preços internacionais, sobretudo os preços agrícolas dos EUA. Caso haja algum choque, por exemplo uma colheita dos EUA antes do tempo esperado, o que foi plantado anteriormente no Brasil será invariavelmente colhido, dessa forma, a oferta será praticamente a mesma independentemente do preço. Esse fenômeno é comum com o caso do algodão.

O fato de haver uma baixa elasticidade preço na oferta também está associado a subsídios e principalmente a intensidade de uso de capital e por esses motivos, há ciclos de preços internacionais agrícolas, no curto prazo é como se a produção fosse fixa, porém os preços flutuam.

Brandão(2005) afirma que basta que se colha em um ano qualquer uma safra longa, como ocorreu em 2004 nos Estados Unidos, e que se obtenham produtividades normais nos anos seguintes, para que se crie uma fase de baixa dos preços dessas commodities.

Uma explicação do porquê o aumento de terras reduz a produtividade agrícola, sobretudo no cultivo da soja, é pelo motivo das novas terras terem uma produtividade média menor que as terras anteriormente já ocupadas pela soja, uma vez que há o uso intensivo de tecnologia nesse setor. Portanto o uso de tecnologia agrícola aumenta a produtividade da terra, o aumento de terra sem o aumento na mesma proporção da tecnologia implica no aumento de uma terra menos produtiva que a média, dessa forma resultando numa diminuição da produtividade agrícola.

É preciso notar então que aumento marginal da área de plantio tem, *ceteris paribus*, retorno decrescente, quando o uso dos outros fatores estiver fixo, e mesmo nos anos de 2001 a 2004 quando houve uma explosão da área de cultivo, não foi possível verificar essa diminuição da produtividade pelos outros fatores também terem sido alterados.

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, dessa forma é possível perceber pelas séries de safra publicadas pelo IBGE e pela Conab que há regiões com mais variação da produtividade.

O Brasil é um dos países com as maiores taxas de crescimento mundial da PTF (GASQUES et al., 2022), com uma média anual de 3,31% entre 1975 e 2021, que é um crescimento surpreendente uma vez que é superior aos principais países produtores mundiais, como Estados Unidos (1,48%) e Argentina (2,0%). A média mundial durante esse período(1975-2021) foi de 1,12% ao ano (a.a.). Um fato que vale ressaltar é de que quanto maior o capital tecnológico dentro de uma região, maior será a dificuldade de ter ganho de produtividade, dessa forma os ganhos tendem a ser cada vez menores.

No passado, entre 1960 e 1970, especialmente, o país era importador líquido de alimentos e com graves crises de abastecimento interno.” Os fatores que permitiram essa mudança foram principalmente pesquisas por instituições públicas, universidades, institutos de pesquisa e o setor privado, atrelados a políticas setoriais. (FISHLOW;VIEIRA FILHO,2020) e (VIEIRA FILHO;GASQUES,2023).

"Na economia brasileira, o agronegócio representou em 2008, 25% do PIB nacional, 36% das exportações e gerou 37% dos empregos" (SOUZA et al,2010).

O Brasil é um país muito extenso territorialmente, esse é um fator que torna o país muito heterogêneo, devido ao fato de cada região possuir características culturais e econômicas diferentes. No setor agropecuário essa diferença entre as regiões é bem evidente, por exemplo os estados sul, sudeste e centro-oeste são mais intensivos em tecnologia. Além disso, por haver muitas diferenças ambientais, de clima e característica dos solos entre as regiões, a produção de cada região é diferente. No Sul há muitas culturas de soja e milho além de ter um setor pecuário forte. No Norte a produção agrícola está mais ligada a atividades extrativistas como borracha, madeira e castanha do Brasil. Portanto

é de se esperar que há uma variância alta na eficiência técnica (desempenho) entres as cinco regiões do Brasil.

Na metodologia da Produtividade Total dos Fatores (PTF) no IPEA, foram agregados valores e quantidades produzidas em 347 atividades agropecuárias utilizando o índice de Tornqvist (Christensen, 1975), com dados coletados pelo censo agropecuário.

A PTF é definida pela relação entre produto e insumos. O numerador do índice é calculado com base na produção de 35 lavouras permanentes, 32 lavouras temporárias, 8 atividades da produção animal e no peso de carcaças de bovinos, suínos e aves. Esse conjunto de produtos representa o numerador da PTF. O denominador é formado pelos insumos, que incluem terras de lavouras e pastagens, pessoal ocupado, máquinas agrícolas automotrizes, fertilizantes e defensivos agrícolas. Cada componente, tanto para o produto quanto para os insumos, participa de acordo com seu peso no valor da produção ou no custo de produção. O capital, por sua vez, é representado pelo índice obtido a partir de máquinas agrícolas automotrizes, fertilizantes e defensivos.

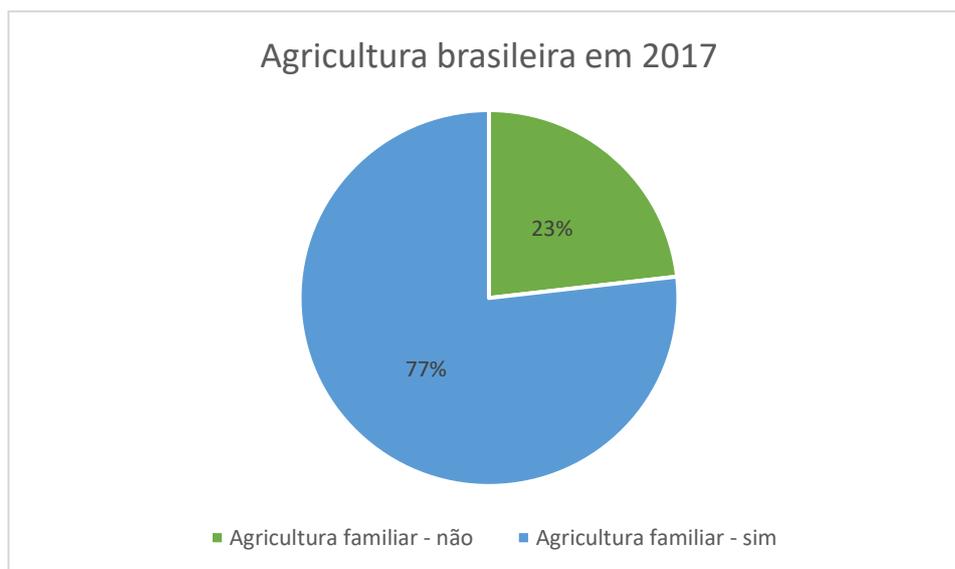
Segundo os resultados dos censos agropecuários realizados entre 1970 e 2017 as duas regiões que puxam o crescimento da PTF para cima são Centro-Oeste e Sul. No centro-oeste produto cresceu a 5,91% a.a., e a PTF, a 3,87% a.a. “O Sul tem crescido a taxas elevadas, e os maiores destaques foram o Paraná e Santa Catarina. O Rio Grande do Sul apresentou, nesse período 1970-2017, níveis mais baixos de crescimento”. O censo agropecuário verificou que melhorias na educação contribuiu para uma mão de obra mais qualificada.

Segundo Gasques, questões cruciais para o crescimento da produtividade agropecuária incluem assistência técnica, pesquisa agrícola e infraestrutura (Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=W2PzJzQn9-E&ab\\_channel=CanalGov](https://www.youtube.com/watch?v=W2PzJzQn9-E&ab_channel=CanalGov)). 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 não apenas

sustenta agricultores, mas também facilita o acesso a novas tecnologias. Outro programa de assistência técnica é o Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural (Pronamp).

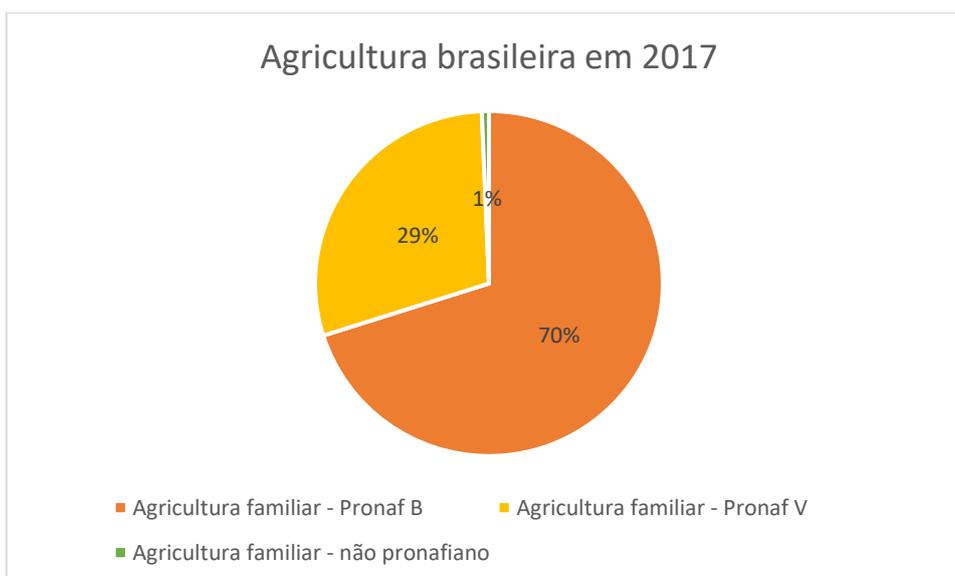
As tabelas abaixo mostram a composição da agricultura brasileira pelo censo agropecuário de 2017.

Gráfico 4: Agricultura Familiar Brasileira em 2017



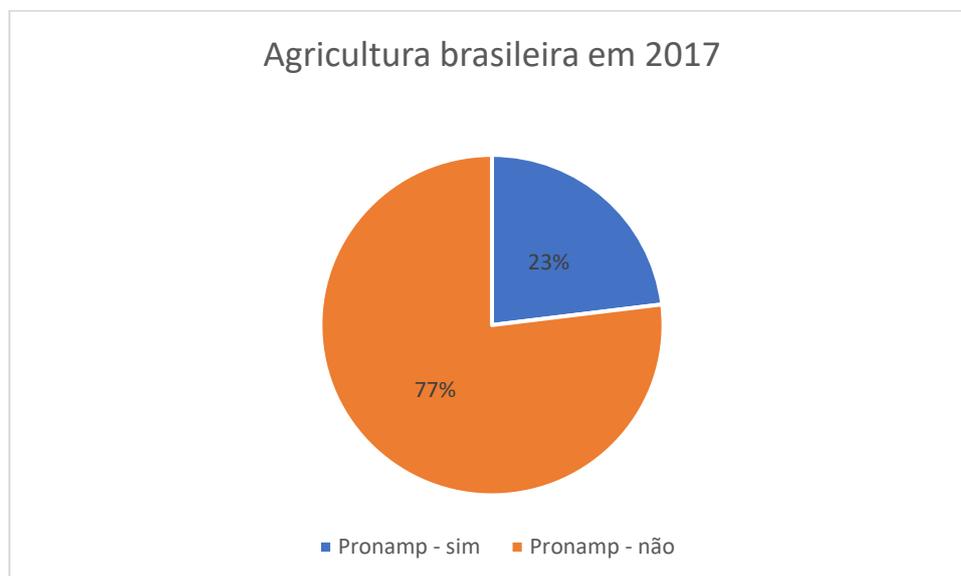
Fonte: Elaboração Própria com base no censo agropecuário de 2017 do IBGE

Gráfico 5: Agricultura Familiar com Pronaf



Fonte: Elaboração Própria com base no censo agropecuário de 2017 do IBGE

Gráfico 6: Agricultura Familiar com Pronamp



Fonte: Elaboração Própria com base no censo agropecuário de 2017 do IBGE

Dessa forma é possível perceber que a grande maioria dos estabelecimentos agrícolas do país são de agricultura familiar, é 99% dos estabelecimentos de agricultura familiar fazem parte do Pronaf.

Vale ressaltar que segundo o IBGE, agricultura familiar é sistema produtivo que concentra a gestão da propriedade e da maior parte da mão de obra no núcleo familiar, e para o estabelecimento ser considerado agricultura familiar, deve cumprir simultaneamente os seguintes critérios: possuir, a qualquer título, área de até quatro módulos fiscais; utilizar, no mínimo, metade da força de trabalho familiar no processo produtivo e de geração de renda; auferir, no mínimo, metade da renda familiar de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; e ser a gestão do estabelecimento ou do empreendimento estritamente familiar.

A pesquisa agrícola é considerada uma questão cumulativa, o Brasil tem realizado muita pesquisa agrícola desde 1973, principalmente com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). A EMBRAPA possui Programas de apoio a políticas públicas, Programas de melhoramento genético, Programas de desenvolvimento institucional, além de outros programas.

A questão da infraestrutura é considerada uma questão sistêmica, para o técnico de planejamento e pesquisa do Ipea Rogério Freitas ([https://www.youtube.com/watch?v=W2PzJzQn9-E&ab\\_channel=CanalGov](https://www.youtube.com/watch?v=W2PzJzQn9-E&ab_channel=CanalGov)), o país tinha uma política cambial voltada para a indústria que não favorecia a produção agropecuária, então a estabilidade de preços iniciada em 1993 com o plano real foi uma questão fundamental para o desenvolvimento do agronegócio. A estabilidade de preços ajuda o produtor a se focar no seu negócio, além disso a taxa de juros permitiu um melhor acesso ao crédito, uma diminuição no custo do financiamento agrícola. A abertura econômica também permitiu o setor agropecuário se desenvolver ainda mais.

Outra política agrícola fundamental para o aumento da produtividade foi a irrigação. Segundo o Censo agropecuário 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.

Um fator que também pode afetar a produtividade agrícola são mudanças climáticas, além de poder causar a perda de áreas da agropecuária aptas. A região que engloba Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (Matopiba) é muito promissora na agricultura, há projetos de áreas novas de desenvolvimento da agricultura, pois apresentam baixo risco climático, contando com alta tecnologia. Possui uma grande participação na produção de grãos nacionais.

A Embrapa também possuiu programas de investimento na parte de energia elétrica (Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/83972464/agro-continuara-com-papel-importante-na-producao-das-energias-do-futuro>) , buscando fontes de energias limpas, que não emitam carbono, por exemplo na consolidação da produção de biocombustíveis.

Pelos dados do censo agropecuário, a taxa de crescimento anual da produtividade do trabalho no setor agropecuário era menor que a da terra durante o período de 1975 a 2006. A partir de 2000 a produtividade do trabalho cresce mais que a da terra, esse fato segundo Gasques está relacionado ao financiamento do Moderfrota.

### 3 Metodologia e Resultados

O objetivo desta pesquisa é analisar os determinantes da produtividade agropecuária na região Sul, coletando dados da composição agropecuária que, com base na literatura econômica, podem afetar a produtividade, e correlacioná-los com o crescimento da produtividade agropecuária.

A metodologia adotada neste estudo foi a análise fatorial, uma ferramenta usada para examinar as relações entre as variáveis em um conjunto grande, 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 variáveis. Por outro lado, na abordagem confirmatória, parte-se de um modelo, teoria ou correlação entre variáveis previamente estabelecido, 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 dados. Dessa forma, a partir de diversas variáveis é possível comprimi-las a 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 o que chamamos de variáveis latentes. As variáveis latentes, diferente das variáveis que foram reduzidas, são variáveis que não seriam observáveis diretamente no mundo real.

A análise fatorial então organiza o conjunto de variáveis em uma matriz de correlações, medindo a correlação em pares de todas as combinações possíveis entre as variáveis, ou seja, medirá a correlação de  $x_1$  com  $x_2$ ,  $x_1$  com  $x_3$ ... $x_1$  com  $x_n$ ,  $x_2$  com  $x_3$   $x_2$  com  $x_3$ ... $x_2$  com  $x_n$ , até medir todas as correlações possíveis. Ao encontrar coeficientes altos de correlação

entre subconjuntos de variáveis, é possível chamar esses subconjuntos de fator. As variáveis que o compõe medirão algo que faz parte do mesmo fenômeno.

Há alguns trabalhos anteriores que 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) , Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004), Freitas, Paz e Nicola (2007) e Souza e Khan (2001). Alcantara e Bacha (2023) utilizaram dados de 2006 e 2017 agregados em mesorregiões do Brasil para fazer a análise fatorial, utilizando 24 variáveis e comprimindo em 5 fatores.

O presente trabalho se inspirou no artigo citado, coletando dados dos três estados da região Sul desagregado em municípios, dos anos de 2006 a 2017. Os dados foram coletados do censo agropecuário de 2006 e do censo agropecuário de 2017. As variáveis foram:

<b>var</b>	<b>Descrição</b>
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 agropecuários/AE
x6	Número de tratores existentes nos estabelecimentos agropecuários/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 agropecuários que possuem energia elétrica
x20	Proporção dos estabelecimentos agropecuários que receberam orientação técnica
x21	Proporção dos estabelecimentos agropecuários que obtiveram financiamento através de programas governamentais de crédito

---

Fonte: Elaboração Própria

Algumas variáveis foram divididas pela área agropecuária explorada em hectares de cada município (AE), e outros pela população ocupada (PO). Os valores monetários coletados foram em mil reais, além disso os valores de 2006 foram corrigidos pelo IGP-M de 2006 para 2017 (86,13%) da fundação Getúlio Vargas (FGV).

Após extraído os 5 fatores foi realizado um índice de Moran para fazer uma análise espacial dos municípios. Esse índice foi gerado a partir de um cluster entre cada fator e uma matriz que capta a relação de uma variável no município associado a valores elevados para mesma variável para municípios vizinhos.

## 4 Resultados

Foram realizadas duas análises de fatores no programa IBM SPSS Statistics, 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 programa SPSS fornece vários critérios de análise para redução dos fatores, porém a decisão cabe ao pesquisador, sendo esta subjetiva. O primeiro critério 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 último critério analisado foi a inspeção do gráfico escarpa.

A interpretação deste gráfico é subjetiva, uma delas é reconhecer onde deixa de ser vertical e passa a ser horizontal. Após a avaliação desses critérios, foi decidido que existem 5 fatores.

Após essa decisão, foi realizada uma nova redução de fatores, agora com os 5 fatores já predefinidos a serem extraídos. Dessa forma, foi feita uma tabela para cada ano (2006 e 2017).

A partir dessas tabelas é possível enquadrar cada variável com sua respectiva carga fatorial. É possível haver variáveis com valores altos para mais de um fator, portanto estão relacionadas a mais de um fator. Outra ferramenta importante a se analisar são as comunalidades, elas mostram o quanto cada variável está relacionada com os fatores extraídos, que no caso dizem respeito a produtividade agrícola.

Para 2006 o resultado obtido foi:

<b>Matriz de componente rotativa<sup>a</sup></b>						
<b>Componente</b>	1	2	3	4	5	<b>Comunalidades</b>
Lavouras permanentes e temporárias/AE		0,827				<b>0,749</b>
Matas ou florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal/AE						<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 agropecuários/AE			0,84 2			<b>0,723</b>
Número de tratores existentes nos estabelecimentos agropecuários/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	0,35 9			<b>0,495</b>
Despesas com sementes e mudas/PO		0,548		0,422		<b>0,564</b>
Despesas com agrotóxicos/AE					0,93 5	<b>0,925</b>
Despesas com agrotóxicos/PO					0,88 9	<b>0,910</b>
Despesas com combustíveis e lubrificantes/AE		0,358	0,74 3			<b>0,699</b>
Despesas com combustíveis e lubrificantes/PO		0,404		0,729		<b>0,714</b>
Despesas totais/AE	0,725		0,41 7			<b>0,745</b>
Despesas totais/PO	0,974					<b>0,983</b>
Valor da produção/AE			0,73 8			<b>0,547</b>
Valor da produção/PO				0,518		<b>0,276</b>
Proporção dos estabelecimentos agropecuários que possuem energia elétrica		-0,506	0,47 4			<b>0,503</b>
Proporção dos estabelecimentos agropecuários que receberam orientação técnica		0,57	0,37 5			<b>0,495</b>
Proporção dos estabelecimentos agropecuários 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</i>						

<i>Normalização de Kaiser</i>	
<i>Rotação convergida em 5 iterações.</i>	

No fator 1 temos despesas com adubos e corretivos/AE, Despesas com adubos e corretivos/PO, Despesas totais/AE, Despesas com sementes e mudas/AE. O fator que poderia representar essas variáveis seria "Investimentos em Insumos Agrícolas". Esse fator englobaria as despesas relacionadas a adubos, corretivos, sementes e mudas, refletindo o investimento em recursos essenciais para a produção agrícola.

No fator 2 temos 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 agropecuários que possuem energia elétrica, Proporção dos estabelecimentos agropecuários que receberam orientação técnica. O fator que poderia representar essas variáveis é "Insustentabilidade e Gestão Agrícola". Esse fator englobaria aspectos relacionados à diversificação das lavouras, práticas de conservação do solo (como plantio direto na palha), os fatores de preservação ambiental (como matas e florestas destinadas à reserva legal) estão com sinal negativos, investimentos em sementes e mudas, bem como o acesso a recursos e orientação técnica para uma gestão agrícola mais eficiente e sustentável.

No fator 3 temos Número de tratores existentes nos estabelecimentos agropecuários/AE, Despesas com combustíveis e lubrificantes/AE, Valor da produção/AE e Proporção dos estabelecimentos agropecuários que possuem energia elétrica. O fator que poderia 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 temos Área dos estabelecimentos que fizeram uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/AE, Número de tratores existentes nos

estabelecimentos agropecuários/PO, Despesas com combustíveis e lubrificantes/PO, Valor da produção/PO e Proporção dos estabelecimentos agropecuários que obtiveram financiamento através de programas governamentais de crédito. O fator que poderia representar essas variáveis é "Infraestrutura e Investimentos Agrícolas". Esse fator englobaria 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. Já o acesso a financiamentos governamentais para investimentos no setor agrícola está com sinal negativo.

No fator 5 temos Despesas com agrotóxicos/AE, Despesas com agrotóxicos/PO, dessa forma é possível chamar o fator 5 de "Despesas com Agrotóxicos".

Para o ano de 2017 o resultado obtido foi:

<b>Matriz de componente rotativa<sup>a</sup></b>						
<b>Componente</b>	1	2	3	4	5	<b>Comunalidades</b>
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 agropecuários/AE			0,892			<b>0,806</b>
Número de tratores existentes nos estabelecimentos agropecuários/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 agropecuários que possuem energia elétrica				- 0,317		<b>0,253</b>
Proporção dos estabelecimentos agropecuários que receberam orientação técnica	0,695		0,318			<b>0,603</b>
Proporção dos estabelecimentos agropecuários 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.						

Fator 1 temos 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 agropecuários/PO e Valor da produção/PO.

Este fator parece representar 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 "Gestão Ambiental".

O fato de haver muitas variáveis nessa 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 pode ser chamado como "Despesas com Agrotóxicos".

No fator 3 temos as variáveis Número de tratores existentes nos estabelecimentos agropecuários/AE, Despesas com adubos e corretivos/AE e Valor da produção/AE. Pela literatura é difícil classificar essas variáveis em algum fator, porém os resultados demonstram que essas variáveis acabam convergindo para o mesmo fator. Dessa forma Fator 3 poderia ser "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 temos Despesas com sementes e mudas/AE, Despesas com sementes e mudas/PO e Proporção dos estabelecimentos agropecuários que possuem energia elétrica. Fator 4 poderia ser "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 agropecuários. Ele 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 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, despesa 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. Portanto o Fator 5 poderia ser "Modernização e Eficiência na Produção Agrícola". Esse fator engloba o uso de combustíveis e lubrificantes, indicando um nível de mecanização e tecnologia mais avançado na produção agrícola, juntamente com o uso de corretivos do pH do solo, que demonstra uma abordagem mais técnica e eficiente na gestão do solo e dos nutrientes. Ele reflete o progresso tecnológico e a busca por maior eficiência e produtividade na atividade agrícola.

É possível notar que a forma que as dimensões que cada variável converge mudou de 2006 para 2017, o que pode indicar uma considerável mudança na estrutura produtiva agrícola da região sul, porém apenas esse fato não é suficiente.

Para comparar as mudanças entre 2006 e 2017 de cada fator foi realizado a análise de Moran no programa GeoDa. Com o Moran foi possível ferar 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. Ele vai gerar 5 faixas com esse índice, a branca é não significativa, a vermelha é alto-alto, indicando um alta concentração e apresentando alta vizinha, que significa valores elevados para uma variável no município associado a valores elevados

para mesma variável para municípios vizinhos. vizinhança com municípios ao redor. A azul escuro é baixo-baixo, uma baixa concentração e baixa vizinhança. A azul claro é baixo-alto, baixa concentração, porém com uma vizinhança alta, e a laranja é alto-baixo, uma alta concentração e baixa vizinhança.

Como a definição dos 5 fatores é diferente em cada um dos anos analisados, para fazer a análise dos resultados será utilizado a definição mais atual, a de 2017.

### Fator 1

Figura 1: Fator 1 2006

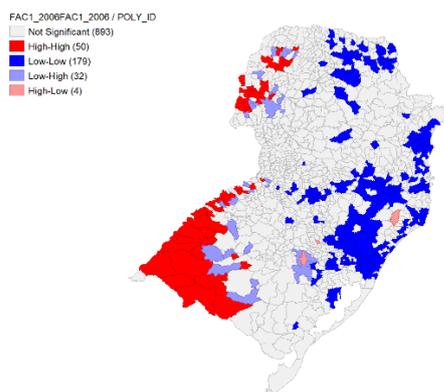
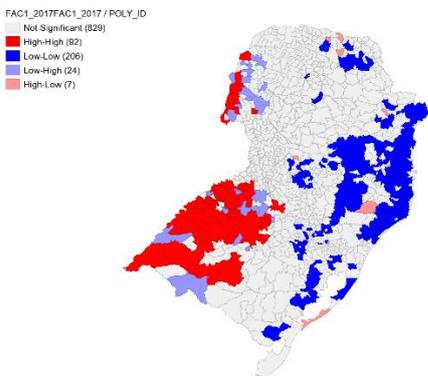


Figura 2: Fator 1 2017



Para o primeiro fator, é possível notar pouca mudança de 2006 para 2017. O fator 1 é o fator mais importante dentre os 5, pois ele tem a maior correlação entre a massa de dados. Ele muda de 2006 para 2017, antes o fator

mais importante era Investimentos em Insumos Agrícolas “Gestão e depois o mais importante é Gestão Agrícola.

Há uma região em vermelho na parte sudoeste, ela é considerada alto-alto, ou seja, a uma concentração acima da média do fator um nos municípios dessa região tanto para 2006 como para 2017.

## Fator 2

Figura 3: Fator2 2006

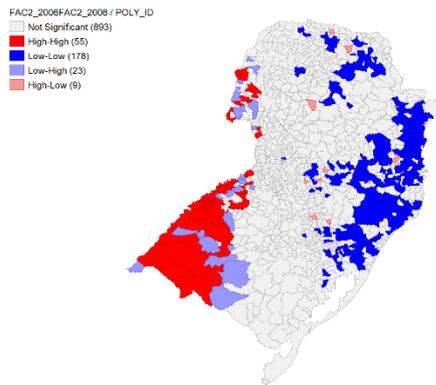
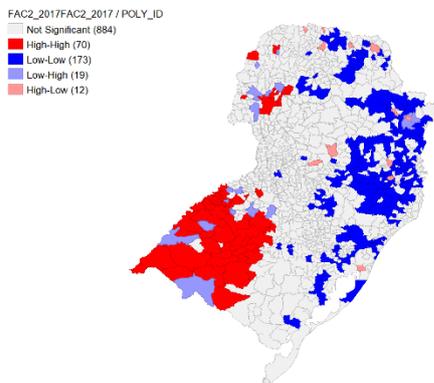


Figura 4: Fator 2 2017



É possível notar que nesse fator em 2006, que foi considerado como Insustentabilidade e gestão agrícola houve uma diminuição na alta concentração com alta vizinhança ( municípios em vermelho). Para 2017 o fator 2 é despesas com agrotóxicos.

## Fator 3

Figura 5: Fator 3 2006

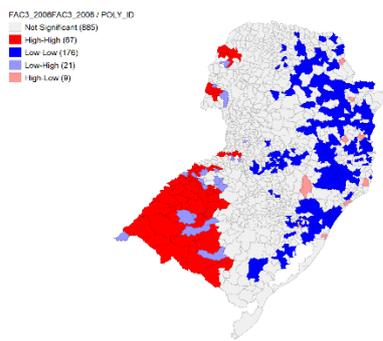
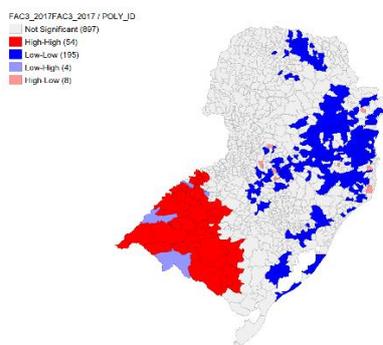


Figura 6: Fator 3 2017



Esse fator é possível notar que havia duas porções pequenas de municípios com alta concentração e alta vizinhança no oeste do Paraná em 2006. Para o ano de 2017, por se tratar de outros fator, não há essas duas porções .

#### Fator 4

Figura 7: Fator 4 2006

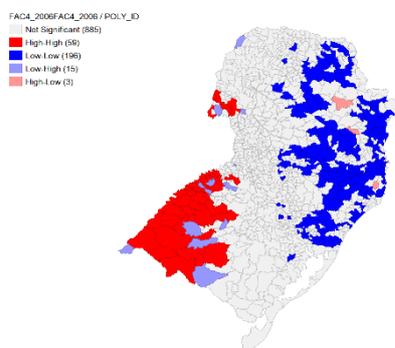
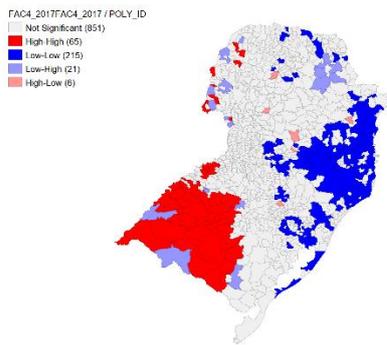


Figura 8: Fator 4 2017



O fator 4 tanto para 2006 como para 2017 representa infraestrutura e investimentos, com algumas mudanças. É possível notar uma mudança da concentração com alta vizinhança, os municípios do noroeste do Rio Grande do Sul deixaram de ser significantes, e houve uma expansão na concentração desse fator para o leste.

## Fator 5

Figura 9: Fator 5 2006

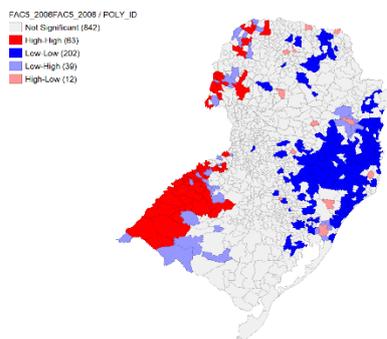
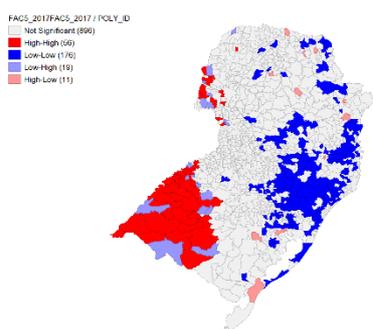


Figura 10: Fator 5 2017



Em 2006 o fator 5 era Despesas com Agrotóxicos, enquanto para 2017 é Modernização e Eficiência na Produção Agrícola.

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 baixo-baixo em azul escuro.

Há outro padrão representado pela cor azul, predominante no leste da região, sobretudo em Santa Catarina.

É possível explicar esse padrão de alto-alto no Rio Grande do Sul com GASQUES et al (2020) agricultura brasileira durante o período de 2006 e 2017 possui a característica de crescimento com mais uso de capital do que de mão de obra e terra. No gráfico abaixo é possível ver o cálculo da PTF, com os insumos e produto do Brasil e da região sul verificando essa tese.

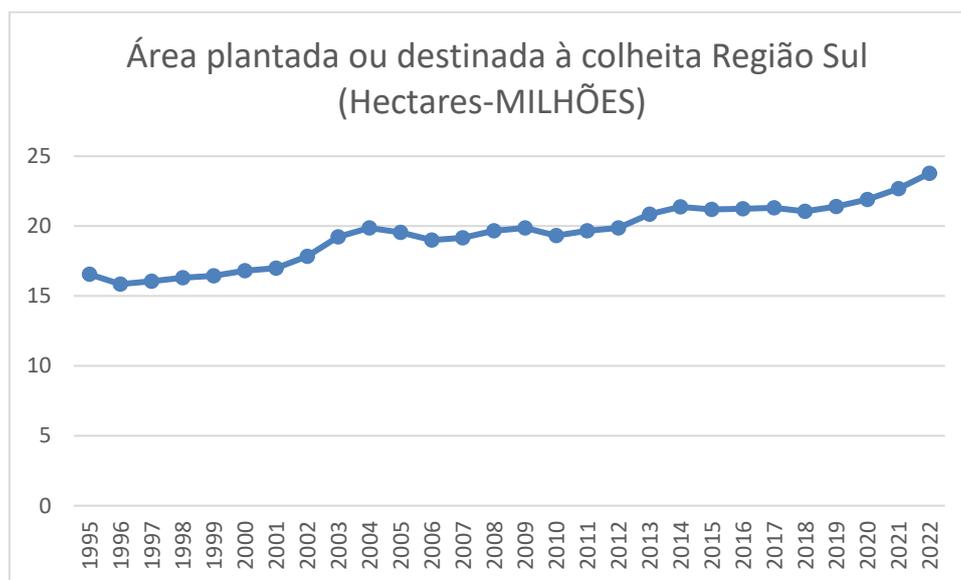
UFs e regiões	Produto		Insumos		PTF		Produtividade da terra		Produtividade da mão de obra		Produtividade de capital	
	1970-2017	2006-2017	1970-2017	2006-2017	1970-2017	2006-2017	1970-2017	2006-2017	1970-2017	2006-2017	1970-2017	2006-2017
<b>Brasil</b>	3,221	3,286	1,166	1,049	2,032	2,214	3,041	3,061	3,229	3,214	2,685	2,399
Sul	3,650	3,725	1,193	1,460	2,428	2,232	3,558	3,306	3,912	3,850	2,795	2,417
Paraná	4,017	3,437	1,039	1,366	2,947	2,043	3,668	2,630	4,438	3,613	3,312	2,249

Rio Grande do Sul	2,875	3,374	1,543	2,024	1,311	1,323	2,870	3,025	2,942	3,486	1,943	1,996
Santa Catarina	3,956	2,951	1,031	0,798	2,895	2,136	4,050	3,497	4,160	3,003	2,956	1,484

(extraído de GASQUES et al. (2020))

Entre o período de 2006 e 2017 a região Sul teve um índice de crescimento do produto de 3,725, maior que o Brasil que teve 3,221. Simultaneamente teve um índice de crescimento dos insumos maior, de 1,46, enquanto o Brasil teve de 1,166. Dessa forma o índice de crescimento da PTF do Sul foi basicamente o mesmo do Brasil. No gráfico abaixo é possível ver a evolução da área plantada na região Sul.

Gráfico 7: Área Plantada ou Destinada à Colheita Região SUL



Elaboração Própria. Dados retirados do IBGE

Há alguns picos no aumento da área plantada na região Sul, como no final de 2002, contudo tem uma tendência de aumento, cerca de 40% ao longo desses 27 anos.

Em relação ao fator 4, "Infraestrutura Básica e Investimento Inicial na Produção Agrícola", é possível atribuir aos programas de financiamento ao agricultor familiar que foram realizados ao longo desse período, como o Pronaf,

que foi uma das principais políticas sociais realizadas para o agricultor. Segundo Silva (2010) as políticas sociais, nas quais o Pronaf se enquadra, além de ter seu foco na redução da pobreza e das desigualdades sociais, também intervêm diretamente na dinâmica econômica territorial.

Segundo os resultados é possível concluir que a região sudoeste da região Sul, que engloba principalmente a parte oeste do Rio Grande do Sul (representada de vermelho nas figuras 2-11) uma vez que possui maior vizinhança e maior concentração dos 5 fatores, é a região mais utiliza os recursos que possibilitam uma maior produtividade. Além disso toda a área em vermelho tem uma composição agrícola parecida, utilizando os mesmos recursos.

A parte central-leste da região Sul, pegando principalmente Santa Catarina representa uma produção agropecuária mais diversificada em relação as cidades vizinhas, além de ser menos intensiva nos insumos analisados.

É possível comparar esses resultados com a figura 12, e de fato o Rio Grande do Sul foi o único estado que teve o índice da PTF maior nos anos de 2006-2017 em relação ao índice dos anos de 1970-2017. De 1970-2017 foi de 1,311 e de 2006-2017 foi de 1,323. Já Paraná e Santa Catarina foi de 2,947 e 2,043; e 2,895 e 2,136 respectivamente.

## 5 CONCLUSÃO

O setor agropecuário ao redor do mundo se transformou muito ao longo do último século, principalmente na produtividade. Além disso formou 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, dessa forma o país conseguiu se manter competitivo internacionalmente nesse setor. Entretanto em relação ao setor industrial associado ao agronegócio, o país não conseguiu acompanhar o nível mundial, dessa forma só foi possível manter-se competitivo devido a abertura econômica, importando máquinas.

No período analisado de 2006 e 2017, a região Sul apresentou uma evolução considerável na produtividade agrícola. Foi possível ter uma noção da composição da produção agrícola da região Sul, o Rio Grande do Sul foi a região mais intensiva nos fatores analisados, enquanto Santa Catarina foi a região cujas cidades possuem maior diversificação e independência na produção agrícola.

Os fatores mais relevantes para a produtividade agropecuária na região Sul em 2006 eram : Investimentos em insumos agrícolas, Insustentabilidade e gestão agrícola, Mecanização Agrícola, Infraestrutura e investimentos agrícolas e Despesas com Agrotóxicos.

Houve uma mudança na composição agrícola da região Sul do censo de 2006 para 2017, uma vez que os fatores mais relevantes para a produtividade tornam a ser Gestão Ambiental, Despesas com agrotóxicos, Intensidade de Mecanização e Fertilização na Produção Agrícola, Infraestrutura Básica e Investimento Inicial na Produção Agrícola, Modernização e Eficiência na Produção Agrícola

## REFERÊNCIAS

- AIR, J. F. et al. *Análise multivariada de dados*. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- ALBERGONI, L.; PELAEZ, V. Da revolução verde à agrobiotecnologia: ruptura ou continuidade de paradigmas. *Revista de Economia*, v. 33, n. 1, 2007.
- ALCANTARA, Isabela Romanha de; BACHA, Carlos José Caetano. A modernização desigual da agropecuária brasileira de 2006 a 2017. *Revista de Economia Contemporânea*, v. 27, 2023.
- ALSTON, J. M.; BABCOCK, B. A.; PARDEY, P. G. The shifting patterns of agricultural production and productivity worldwide. Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center, 2010.
- ALVES, E. O que significam as medidas de produtividade da agricultura? *Revista de Economia e Agronegócio – REA*, v. 8, n. 3, 2015.
- BARÁTH, L.; FERTŐ, I. Productivity and Convergence in European Agriculture. *Journal of Agricultural Economics*, v. 68, n. 1, p. 228–248, 2017.
- BRANDÃO, A. S. P.; REZENDE, G. C.; MARQUES, R. W.C. Crescimento agrícola no período 1999–2004. Explosão da Área Plantada com Soja e Meio Ambiente no Brasil. EMBRAPA, 2005.
- BRESSER PEREIRA, L. C. A taxa de câmbio no centro da teoria do desenvolvimento. *Estudos Avançados*, v. 26, n. 75, p. 7-28, 2012.
- BUTTEL, F. H. Ideologia e tecnologia agrícolas no final do século XX: biotecnologia como símbolo e substância. *Ensaio FEE*, Porto Alegre, v. 14, p. 303-322, 1992.
- CANGUSSU, R. C.; SALVATO, M. A.; NAKABASHI, L. Uma análise do capital humano sobre o nível de renda dos estados brasileiros: MRW versus Mincer. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, v. 40, p. 153-183, 2010.
- CHRISTENSEN, L. R. Concepts and Measurement of Agricultural Productivity. *American Journal of Agricultural Economics*, Lexington, v. 57, n. 5, p. 910-915, dez. 1975.
- CORRAR, L. J.; DIAS FILHO, J. M.; PAULO, Edilson. *Análise multivariada para os cursos de administração, ciências contábeis e economia*. São Paulo: 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.

FAO. *Fao statistical yearbook 2013 world food and agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2013.

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

FISHLOW, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. *Agriculture and industry in Brazil: innovation and competitiveness*. New York: Columbia Press, 2020.

FORNAZIER, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Heterogeneidade estrutural na produção agropecuária: uma comparação da produtividade total dos fatores no Brasil e nos Estados Unidos. *Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)*, 2013.

FREITAS, C. A.; PAZ, M. V.; NICOLA, D. S. Analisando a modernização da agropecuária gaúcha: Uma aplicação de análise fatorial e cluster. *Análise Econômica*, v. 25, n. 47, p. 121-149, 2007.

FREITAS, C. A.; BACHA, Carlos José Caetano. Contribuição do capital humano para o crescimento da agropecuária brasileira: período de 1970 a 1996. *Revista Brasileira de Economia*, v. 58, p. 533-557, 2004.

FREITAS, C. A.; BACHA, C. J. C.; FOSSATI, D. M. Avaliação do desenvolvimento do setor agropecuário no Brasil: período de 1970 a 2000. *Revista Economia e Sociedade*, v. 29, 2007.

FUGLIE, K. O. Productivity Growth and Technology Capital in the Global Agricultural Economy. In: *Productivity growth in agriculture: An international perspective*, p. 335, 2012.

FURTADO, C. *Formação Econômica do Brasil*. 34ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2003.

GASQUES, J. G. et al. Produtividade total dos fatores na agricultura: Brasil e países selecionados. Brasília: Ipea, 2022. (Texto para Discussão, n. 2764).

GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. Transformações estruturais da agricultura e produtividade total dos fatores. Brasília: Ipea, 2000. (Texto para Discussão, n. 768).

GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Orgs.). *A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas*. Brasília: Ipea, 2010.

GASQUES, J. G. et al. Crescimento e produtividade da agricultura brasileira: uma análise do Censo Agropecuário. In: VIEIRA FILHO, J. E.; GASQUES, J. G. *Uma*

*jornada pelos contrastes do Brasil: Cem anos do Censo Agropecuário*. Brasília, DF: Ipea, 2020.

GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. Produtividade da agricultura brasileira. In: MATTOS, L. B. de; TEIXEIRA, E. C.; FONTES, R. M. O. (Eds.). *Políticas Públicas e Desenvolvimento*. Viçosa: Suprema, p. 263-276, 2011.

GIOVANINI et al. Determinantes do crescimento da produtividade agropecuária internacional no período 1995-2009. *Revista de Economia e Agronegócio*, 2015.

GOODMAN, D.; REDCLIFT, M. *Refashioning nature: food, ecology and culture*. London: Routledge, 1991.

GOODMAN, D.; SORJ, B.; WILKINSON, J. Da lavoura às biotecnologias. São Paulo: Campus, 1990.

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

HAIR, J. F. et al. *Análise multivariada de dados*. Porto Alegre: Bookman, 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.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA (CNA). Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/cna>. Acesso em: 18 jun. 2024.

JOHNSTON, B. F.; KILBY, P. *Agricultura e Transformação Estrutural. Estratégias Econômicas de Países em Desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1977.

LAU, L. J. et al. Education and economic growth: some cross-sectional evidence from Brazil. *Journal of Development Economics*, v. 41, p. 45-70, 1993.

MANKIW, G.; ROMER, D.; WEIL, D. A contribution to the empirics of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, (106):407-307, 1992.

MATOS, Daniel Abud Seabra; RODRIGUES, Erica Castilho. *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.

PAIVA, R. M. Modernização e dualismo tecnológico na agricultura. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 1, n. 2, p. 171-234, dez. 1971.

PEREZ, C. Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems. *Futures*, v. 15, n. 5, p. 357-375, 1983.

PINTO, A. Natureza e implicações da heterogeneidade estrutural da América Latina. *El Trimestre Económico*, v. 37, n. 1, 1970.

SILVA, R. P.; VIAN, C. E. F. Determinantes da modernização agropecuária em 4.535 municípios brasileiros em 2006. In: *Atas do IX Congresso da APDEA/ESADR*. Lisboa, Oeiras: APDEA, 2019. p. 2723-2742.

SILVA, S. P. Políticas públicas, agricultura familiar e desenvolvimento territorial. *Cadernos Gestão Pública e Cidadania*, v. 16, n. 58, 2011.

SOUZA, G. S.; GOMES, E. G.; GAZZOLA, R. Eficiência técnica na agricultura brasileira: uma abordagem via fronteira estocástica. In: *Simpósio De Pesquisa Operacional E Logística Da Marinha, 13, 2010, Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, 2010.

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.

SUZIGAN, W. Industrialização Brasileira em Perspectiva. In: *III Congresso Brasileiro de História Econômica e IV Conferência Internacional de História de Empresas*. Curitiba-PR, 29 ago. a 1 set. 1999.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Orgs.). *Agropecuária brasileira: evolução, resiliência e oportunidades*. Brasília: Ipea, 2023.