



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E CIÊNCIAS
ECONÔMICAS (FACE)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA (PPGECON)

FERNANDO CORRÊA DE MELLO JÚNIOR

**Desempenho da produtividade total dos fatores (PTF), na
agropecuária das mesorregiões de Goiás entre 1970 e 2017**

GOIÂNIA
2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E CIÊNCIAS ECONÔMICAS

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

Fernando Corrêa de Mello Júnior

3. Título do trabalho

Desempenho da produtividade total dos fatores (PTF), na agropecuária das mesorregiões de Goiás entre 1970 e 2017

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Corrêa De Mello Júnior, Discente**, em 14/06/2023, às 11:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Waldemiro Alcântara Da Silva Neto, Professor do Magistério Superior**, em 14/06/2023, às 14:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3819099** e o código CRC **A150892E**.

FERNANDO CORRÊA DE MELLO JÚNIOR

Desempenho da produtividade total dos fatores (PTF), na agropecuária das mesorregiões de Goiás entre 1970 e 2017

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Economia da Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Ciências Econômicas da Universidade Federal de Goiás, como requisito para a obtenção do título de Mestre em economia.

Área de concentração: Economia Aplicada

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos Aplicados e Mercados (MQM)

Orientador: Prof. Dr. Waldemiro Alcântara da Silva Neto.

GOIÂNIA
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Mello Júnior, Fernando Corrêa de
Desempenho da produtividade total dos fatores (PTF), na agropecuária das mesorregiões de Goiás entre 1970 e 2017 [manuscrito] / Fernando Corrêa de Mello Júnior. - 2023. LXXX, 80 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Waldemiro Alcântara da Silva Neto.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Ciências Econômicas (FACE), Programa de Pós-Graduação em Economia, Goiânia, 2023.

Bibliografia.

Inclui gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Índice de Törnqvist. 2. Agricultura. 3. Pecuária. 4. Centro-Oeste.
I. Silva Neto, Waldemiro Alcântara da, orient. II. Título.

CDU 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E CIÊNCIAS ECONÔMICAS

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 06 da sessão de de Defesa de Dissertação de Fernando Corrêa de Mello Júnior, que confere o título de Mestre em Economia, na área de concentração em Economia Aplicada.

Aos quinze dias do mês de maio do ano de dois mil e vinte e três, a partir das quatorze horas, na sala 2110 webconferência, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “Desempenho da produtividade total dos fatores (PTF), na agropecuária das mesorregiões de Goiás entre 1970 e 2017”. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor Waldemiro Alcântara da Silva Neto (PPGECON/UFG), com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor Antônio Marcos de Queiroz (FACE/UFG), membro titular externo e a Professora Doutora Adriana Ferreira Silva (PPGECON/UFG), membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca não fizeram sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato aprovado pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor Waldemiro Alcântara da Silva Neto, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos quinze dias do mês de maio do ano de dois mil e vinte e três.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Waldemiro Alcântara Da Silva Neto, Professora do Magistério Superior**, em 15/05/2023, às 15:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Ferreira Silva, Professor do Magistério Superior**, em 15/05/2023, às 15:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Antonio Marcos De Queiroz, Professor do Magistério Superior**, em 15/05/2023, às 15:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3714971** e o código CRC **9DE678E0**.

SUMÁRIO

RESUMO.....	3
ABSTRACT	4
LISTA DE FIGURAS.....	5
LISTA DE TABELAS.....	6
LISTA DE QUADROS.....	7
1. INTRODUÇÃO	8
2. AGROPECUÁRIA EM GOIÁS SEGUNDO MESORREGIÕES.....	12
2.1. Agropecuária Goiana	12
2.2. Mesorregiões Goianas e suas agropecuárias	18
2.2.1 Mesorregião Centro	19
2.2.2 Mesorregião Leste	21
2.2.3 Mesorregião Noroeste	23
2.2.4 Mesorregião Norte	26
2.2.5 Mesorregião Sul	28
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	34
3.1. Produtividade Total dos Fatores – PTF	34
3.1.1. DEA e Índice de Malmquist	36
3.1.2. Index Numbers Issues e Índice de Törnqvist.....	39
4. REVISÃO DA LITERATURA	41
4.1. Evidências Internacionais	41
4.2. Evidências Nacionais	44
5. METODOLOGIA	49
5.1. Índice de Törnqvist.....	49
5.2. Banco de Dados.....	50
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
6.1. PTF, Índices do Produto e do Insumo: Goiás	57
6.2. PTF, Índices do Produto e do Insumo: Mesorregiões de Goiás	59
6.3. Índices e produtividades parciais dos insumos	65
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
REFERÊNCIAS	76

RESUMO

Durante a década de 1970 o processo denominado de modernização agropecuária iniciou-se no estado de Goiás, um pouco mais tarde que o seu início no Brasil, que se deu na década de 1950. Possibilitada principalmente pelas políticas públicas de fomento ao desenvolvimento regional e pelo financiamento abundante, o cerrado do estado goiano conhece a partir daí novas técnicas capazes de alavancar a produtividade do setor, bem como máquinas, equipamentos e insumos. A contribuição desse trabalho está alicerçada em dois aspectos: i) para a literatura: contribui com um estudo de recorte geográfico e regional ainda não explorado; ii) cobre lacuna para uma análise pormenorizada para o estado de Goiás, o quinto maior produtor do país em Valor Bruto da Produção (VBP) agropecuária em 2022. Para os agentes envolvidos, contribui com evidência analítica da homogeneidade ou heterogeneidade da produtividade do estado, lançando luz sobre políticas públicas de estado e decisões de mercado dos agentes produtivos. Diante desse cenário e da importância da agropecuária para Goiás, o objetivo deste trabalho é analisar e comparar o desempenho da PTF agropecuária goiana e nas diferentes Mesorregiões do estado. Para isso foi escolhida a PTF para como *proxy* da produtividade. A metodologia utilizada pautou-se na análise da PTF entre os anos de 1970 e 2017, e seus índices de produto e insumo calculados pelo índice de Törnqvist (1936). Os resultados apontaram que a partir de 1970 a produtividade da agropecuária da Mesorregião Sul, cresceu a nível superior ao observado no estado de Goiás e as adjacentes mesorregiões, com o crescimento do índice de Capital, a partir da mesma década, sendo superior aos dos Índices de Mão de Obra e Terra, indicando para o período a transformação da agropecuária regional em direção à produção em escala, aumentando a produtividade da mão de obra e da terra. A PTF da Mesorregião Leste, teve no período estudado a segunda maior taxa anual de crescimento, com 0,13 pontos percentuais de diferença para a líder. O desempenho do Leste, é ligado ao incremento no índice do produto nos dois últimos Censos, possibilitado por culturas irrigadas por pivô central. Norte e Noroeste tiveram trajetórias onde produtos da pecuária, que tiveram incrementos no índice do produto menores se comparados com produtos agrícolas, desde 1970 até 2017, como principais participações no valor agropecuário. Já o Centro, se distanciou da média estadual da PTF agropecuária, à medida que o uso da terra para a atividade e a mão-de-obra sofreram quedas a partir de 1985, tendo no período analisado a menor média de crescimento da PTF.

Palavras-chave: Índice de Törnqvist; Agricultura; Pecuária; Centro-Oeste

ABSTRACT

During the 1970s, the process known as agricultural modernization began in the state of Goiás, a little later than in the rest of Brazil, which started in the 1950s. Enabled mainly by public policies promoting regional development and abundant financing, the cerrado region of Goiás saw the introduction of new techniques capable of boosting productivity in the sector, as well as machinery, equipment, and inputs. This work contributes in two aspects: i) to the literature, by providing a study of a geographical and regional scope that has not yet been explored; ii) it fills a gap in the detailed analysis of the state of Goiás, which is the fifth largest agricultural producer in the country in terms of Gross Value of Agricultural Production (VBP) in 2022. For the parties involved, it provides analytical evidence of the homogeneity or heterogeneity of the state's productivity, shedding light on state public policies and market decisions made by the productive agents. Given this scenario and the importance of agriculture for Goiás, the objective of this work is to analyze and compare the performance of agricultural Total Factor Productivity (TFP) in Goiás and its different Mesoregions. TFP was chosen as a proxy for productivity. The methodology used focused on analyzing TFP between 1970 and 2017, and its inputs and output indices calculated using the Törnqvist index (1936). The results showed that, starting from 1970, agricultural productivity in the Southern Mesoregion grew at a higher rate than that observed in the state of Goiás and the adjacent mesoregions, with the Capital index experiencing higher growth compared to Labor and Land indices from the same decade, indicating a shift towards large-scale production in the regional agriculture, increasing labor and land productivity. The Eastern Mesoregion had the second highest annual growth rate of TFP during the study period, with a 0.13 percentage point difference from the leader. The performance of the Eastern Mesoregion was linked to the increase in the output index in the last two censuses, facilitated by irrigated crops using central pivots. The North and Northwest regions followed trajectories where livestock products had smaller increases in the output index compared to agricultural products, from 1970 to 2017, representing the main contributions to the agricultural value. On the other hand, the Central Mesoregion diverged from the state average of agricultural TFP, as land use for agricultural activities and labor experienced declines starting from 1985, resulting in the lowest average TFP growth during the analyzed period.

Keywords: Tornqvist Index; Agriculture; Livestock; Midwest

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: VBP da Agropecuária, Brasil e suas UF's - TOP-10	12
Figura 2: Percentual dos principais estados brasileiros no VBP da agropecuária – TOP-5	13
Figura 3: Produções e participações das TOP-5 culturas agrícolas em VBP - 2021/22.....	14
Figura 4: Produções e participações dos TOP-5 produtos pecuários em VBP - 2021/22 ...	16
Figura 5: Mapa geográfico do Estado de Goiás delimitadas suas Mesorregiões.	18
Figura 6: Mapa geográfico da Mesorregião Centro de Goiás delimitados seus municípios.	19
Figura 7: Mapa geográfico da Mesorregião Leste de Goiás delimitados seus municípios.	22
Figura 8: Mapa geográfico da Mesorregião Noroeste de Goiás delimitados seus municípios.	24
Figura 9: Mapa geográfico da Mesorregião Norte de Goiás delimitados seus municípios.	27
Figura 10: Mapa geográfico da Mesorregião Sul de Goiás delimitados seus municípios...	29
Figura 11: PIB agropecuário das mesorregiões de Goiás – 2017.....	31
Figura 12: Percentual da área colhida de lavouras nas Mesorregiões de Goiás - 2021.....	32
Figura 13: Mapa de produção municipal de grãos - 2020	33
Figura 14: O índice de Malmquist.....	37
Figura 15: A decomposição do índice de Malmquist.....	38
Figura 16: Índices do Produto, do Insumo e PTF Goiana	59
Figura 17: Evolução da PTF Goiana e suas Mesorregiões	61
Figura 18: PTFs e Índices do Produto e do Insumo: Mesorregiões de Goiás	65
Figura 19: Índices e Produtividades Parciais: Estado de Goiás	66
Figura 20: Índices Parciais dos Insumos e Produtividades Parciais: Mesorregiões de Goiás	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Participação dos Cinco Principais Produtos no Valor de Produção: Centro	20
Tabela 2: Participação dos Cinco Principais Produtos no Valor de Produção: Leste	23
Tabela 3: Participação dos Cinco Principais Produtos no Valor de Produção: Noroeste ...	25
Tabela 4: Participação dos Cinco Principais Produtos no Valor de Produção: Norte	27
Tabela 5: Participação dos Cinco Principais Produtos no Valor de Produção: Sul.....	30
Tabela 6: Índices do Insumo, do Produto e PTF: Goiás	58
Tabela 7: Taxas Geométricas de Crescimento da PTF: 1970-2017	63
Tabela 8: Taxas Geométricas de Crescimento da PTF: 1970-2017	67
Tabela 9: Taxas de crescimento anual para períodos decenais: 1970/1980, 1985/1995, 1995/2006, 2006/2017	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Metodologias pesquisadas para a PTF	35
Quadro 2 - Lista de Produtos da Agricultura no cálculo do Índice do Produto	51
Quadro 3 - Lista de Produtos da Pecuária no cálculo do Índice do Produto	53
Quadro 4 - Lista de fatores/inputs no cálculo do Índice do Insumo.....	54

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história goiana, o agronegócio desempenha papel importante na economia do estado. Surgindo como atividade complementar à exploração de ouro, a criação de gado e a agricultura de subsistência se fizeram presentes durante o período da mineração e emergiram como praticamente a única possibilidade produtiva da região após o esgotamento das minas, segundo Teixeira Neto (2009). Após a década de 1970, observou-se uma mudança estrutural na agropecuária goiana, onde a tecnologia, o conhecimento e o capital influíram diretamente no crescimento agroindustrial local.

Diversos fatores possibilitaram o processo de mudança na estrutura produtiva da agropecuária goiana, se destacando a revolução verde, conceito criado para denominar o desenvolvimento de técnicas produtivas na agricultura e que deflagrou-se mundialmente entre as décadas de 1960 e 1970, o crédito rural, instituído no Brasil em 1965 com gestão do Sistema Nacional de Crédito Rural - SNCR e principalmente a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, que segundo Vieira Filho e Gasques (2016), fundamentou a ampliação da produtividade através de melhoramento genético, adaptando a produção agrícola ao clima tropical e ao solo ácido do cerrado.

No processo de mudança da estrutura produtiva agropecuária estadual, a Revolução Verde teve papel fundamental, principalmente no que tange à agricultura. A invenção e a disseminação pelo mundo de novas sementes e práticas agrícolas, combinadas ao uso intensivo de máquinas e equipamentos, fortaleceu o setor. É nesse contexto que Vieira Filho e Gasques (2016) destacam a criação da Embrapa na década de 1970, que foi fundamental para ampliar a produtividade através de melhoramento genético visando adaptar a produção ao clima tropical.

Segundo expõe Vidal (2015) em uma descrição de linha do tempo, em 1971 foi criado um grupo de trabalho visando examinar os motivos de não crescimento da produtividade agrícola no cerrado brasileiro, uma vez que os aportes financeiros e creditícios já eram considerados para a época. Em 1972 o Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária - DNPEA do Ministério da Agricultura, gera mudanças na proposta de pesquisa. Nesse contexto, em 26 de abril de 1973, surgiu a Embrapa. Além da viabilidade técnico-produtiva adaptando as condições de solo e clima, a mudança estrutural encontrou viabilidade financeira ancorada em amplo financiamento rural público para custeio, investimento e

comercialização, sendo as duas primeiras modalidades, determinantes num processo de modernização técnica.

A região dos Cerrados que quase não era utilizada para agricultura até 50 anos atrás, encontrou a partir dos anos 1970 segundo Silva (2000), incentivos governamentais de programas de desenvolvimento regional, como o Programa de Cooperação para o Desenvolvimento Agrícola dos Cerrados – PRODECER e o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados - POLOCENTRO, sendo o último, responsável direto no fortalecimento do Embrapa/CEPAC – Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, unidade de pesquisa regional voltado à estudos específicos para o cerrado. Também cabe o destaque às empresas que atuavam na esfera estadual, no caso de Goiás a Empresa Agropecuária do Estado de Goiás – EMGOPA, e de maneira geral da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATERs, com núcleos espalhados pelas Unidades Federativas – UF.

O sistema de financiamento à agropecuária foi criado em meados dos anos 1960, visando, segundo Fürstenau (1987); Delgado (1985 apud BELIK 2015), dar suporte a um importante processo de modernização através de um pacote de políticas que implicaria em um intenso uso de máquinas e outros insumos modernos na atividade agrícola. Araújo e Meyer (1977) apud Miranda e Silva Neto (2014) observam que entre 1965 e 1975, de fato houve um aumento na produção e na modernização agropecuária, a partir da implementação do SNCR. Coelho (2001) classifica esse período como fase de modernização da agricultura, tendo início com a reformulação da Política de Garantia dos Preços Mínimos - PGPM e do SNCR, sendo marcada pelo uso, em alta escala, de subsídios no crédito rural e em algumas ocasiões da PGPM, para expandir a fronteira agrícola através do crescimento da produção de grãos.

Vale ressaltar que para o período estudado, iniciado em 1970 e findado com o Censo Agropecuário de 2017, o desenvolvimento do setor agropecuário no estado de Goiás não se demonstrou homogêneo entre as mesorregiões. Seja por propensões físico-climáticas como a temperatura, a umidade, a precipitação, o relevo, o solo etc., bem como por formações histórico-sociais, como migrações advindas de outros estados, programas regionais de fomento a produção, e a absorção da tecnologia pela produção, a dinâmica produtiva se deu de maneira diferente entre as mesorregiões.

O cenário atual, proporcionado tanto pelo processo histórico e social da migração de produtores advindos da região Sul e Sudeste do Brasil, pelo processo técnico-científico incorporado pela Embrapa e pelo fomento financeiro do Estado, posicionou a agropecuária

goiana em destaque nacional. Dados da Pesquisa Agrícola Municipal – PAM (2021), evidenciam que, no ano da última pesquisa divulgada, o estado ocupava a 2ª e 4ª posição nacional na produção das *commodities* milho e soja, responsáveis respectivamente por 12,15% e 10,12% da produção do Brasil. Vale também destacar a produção da cana-de-açúcar, principal insumo utilizado na indústria sucroalcooleira, onde Goiás ocupa a 2ª posição nacional com a produção de 10,06% do total nacional em 2021, atrás apenas de São Paulo que totalizava 56,59% da produção. O destaque é visto também na pecuária, onde a bacia goiana foi responsável segundo a Pesquisa Pecuária Municipal - PPM (2021) por 8,84% da produção leiteira brasileira, ocupando a 5ª colocação entre os estados. Além disso, no mesmo ano, 10,82% do rebanho de bovinos do país estava em território goiano, o 2º maior do país, atrás do Mato Grosso com 14,44% do rebanho.

Dada a importância da agropecuária para o estado, bem como a relevância da agropecuária goiana para a nacional, entender a dinâmica da produtividade do estado, relacionando-a com as produtividades das mesorregiões, lançará luz no entendimento do processo que catapultou o setor à posição de destaque nacional, sendo importante para a análise da efetividade das políticas e investimentos aplicados no passado, assim como para avaliações público-privadas que o mercado e o estado podem auferir a partir da trajetória da produção e da produtividade evidenciadas para o estado e suas Mesorregiões.

Ao estudar a Produtividade Total dos Fatores - PTF, há a possibilidade de analisar a produtividade através de três índices de insumos: índice de mão-de-obra, índice de terra e índice de capital. Desses, o último é o fator-chave que permite com que a análise da mudança da estrutura produtiva possa ser realizada através dos dados históricos. A partir dos índices parciais, chega-se também nos valores de produtividade parcial (da mão-de-obra, da terra e do capital), que aprofunda a capacidade de análise da influência da tecnificação na estrutura produtiva agropecuária do estado. Assim, a análise permitirá inserir na literatura envolvendo o estudo de PTF's agropecuárias, um prisma regionalizado de comparação, trazendo o comparativo das PTF's para o estado de Goiás e suas Mesorregiões.

A contribuição do trabalho para a literatura, é compreendida no fato do recorte mesorregional ainda não ter sido explorado de forma pormenorizada, para a agropecuária total. A já comentada importância da agropecuária goiana, para a agropecuária brasileira, demanda estudos que evidenciem como a dinâmica produtiva se dá, e entender as diferenças nos resultados regionais, dando ênfase analítica a possíveis heterogeneidade ou

homogeneidade da produtividade, lança luz sobre políticas públicas de estado e decisões de mercado dos agentes que estão diretamente ligadas àquelas economias.

Diante disso, o objetivo geral é analisar e comparar o desempenho da PTF agropecuária goiana e nas diferentes Mesorregiões do estado. Os objetivos específicos são: analisar os índices parciais que compõem o cálculo da PTF, os índices de produtividades parciais e analisar descritivamente a mudança da estrutura produtiva nas mesorregiões, ao longo dos anos censitários.

A hipótese trabalhada é de que a mesorregião Sul lidera, em performance, a produtividade do estado, com forte influência sobre o índice da PTF também para todo o estado. Municípios que se destacam no agronegócio nacional, estão ali, como o caso de Rio Verde e Jataí, separados por aproximadamente 92 km, os municípios cortados pela BR-060, apresentam amplo complexo agroindustrial, que integra a produção do campo a indústria. Conhecidamente, a mesorregião é a líder de produção e valor produtivo da agropecuária, resta entender de forma estratificada, como o processo produtivo lida com os insumos dispostos. Com o passar dos censos agropecuários, o esperado é que os valores dos índices de capital cresçam à valores superiores aos índices da mão-de-obra e da terra, levando as produtividades parciais da mão-de-obra e da terra a valores cada vez mais elevados, e por sua vez, ascendendo a curva da PTF Goiana e das mesorregiões que formam o estado.

O trabalho está estruturado em seis capítulos: além da introdução já exposta, (2) Agropecuária em Goiás segundo Mesorregiões (3) Revisão de Literatura, (4) Referencial Teórico, (5) Metodologia e (6) Resultados e Discussões e (7) Considerações Finais.

O segundo capítulo trata-se de uma abordagem a respeito de características e da agropecuária do estado e das mesorregiões, trazendo também dados demográficos e das produções agropecuárias. O terceiro capítulo objetiva explorar o conceito da PTF, suas aplicações na literatura econômica, trazendo os principais índices utilizados em trabalhos que abordam a produtividade agropecuária. O quarto capítulo objetiva revisar os principais estudos e pesquisas que envolveram a PTF agropecuária, em âmbito nacional e internacional, principalmente aqueles que prezam pela análise comparativa de regiões geográficas. No quinto capítulo são apresentados os dados e a metodologia especificada no índice de Törnqvist. No sexto capítulo são apresentados os resultados obtidos na pesquisa. Por fim, no último capítulo estão as considerações finais.

2. AGROPECUÁRIA EM GOIÁS SEGUNDO MESORREGIÕES

2.1. Agropecuária Goiana

A agropecuária goiana, ocupa posição de destaque no cenário nacional. Em *raking* do Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA de 2022, o estado ocupou a quinta posição nacional em Valor Bruto da Produção agropecuária, com aproximadamente 9% do VBP nacional do setor agropecuário. O destaque é apresentado através de resultados de culturas determinantes para o setor agropecuário como a soja, o milho, a cana-de-açúcar, o leite de vaca e o rebanho bovino. Nacionalmente, o estado goiano se encontra atrás somente dos estados do Mato Grosso (MT), de São Paulo (SP), do Paraná (PR) e de Minas Gerais (MG). Como mostrado na figura 1, o estado teve em 2022 aproximadamente R\$ 107 bilhões de VBP agropecuária.

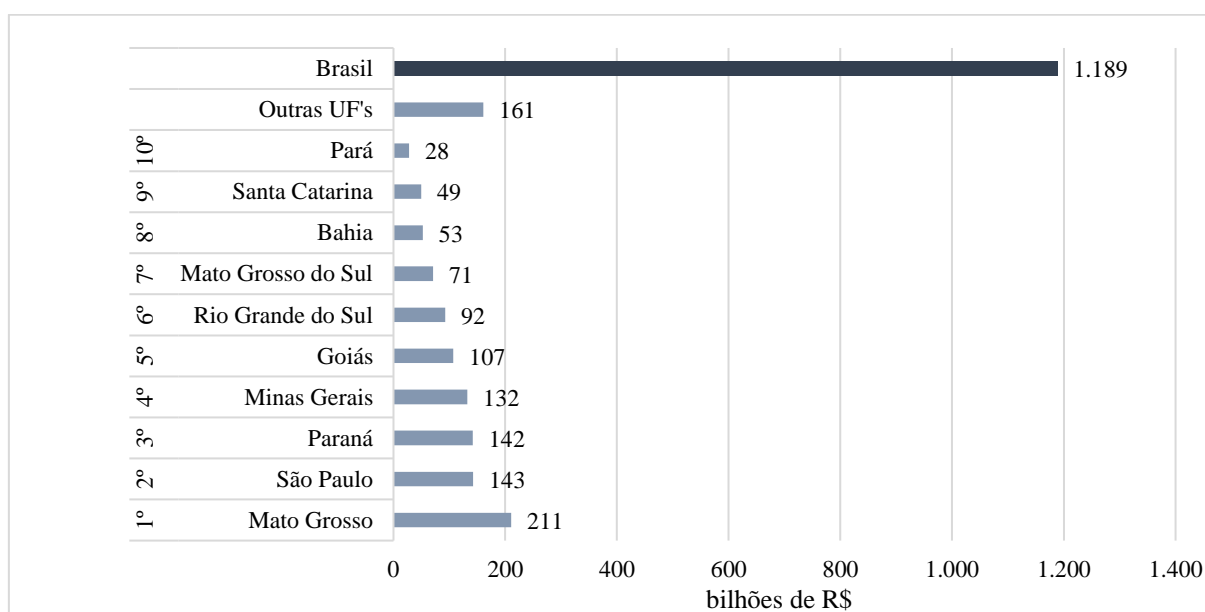


Figura 1: VBP da Agropecuária, Brasil e suas UF's - TOP-10

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do MAPA (2022).

Com cenário liderado pelo MT com aproximadamente 17,73% do VBP agropecuária, a figura 2 apresenta os outros estados que ainda estão à frente de Goiás (GO) com seus 9,01%. Além do estado mato-grossense, demonstram participações maiores que GO no VBP agropecuária: SP, que representou em 2022, 12% do VBP da agropecuária nacional, o PR que demonstrou aproximadamente 11,95% do VBP da agropecuária nacional e MG, com participação de 11,13%.

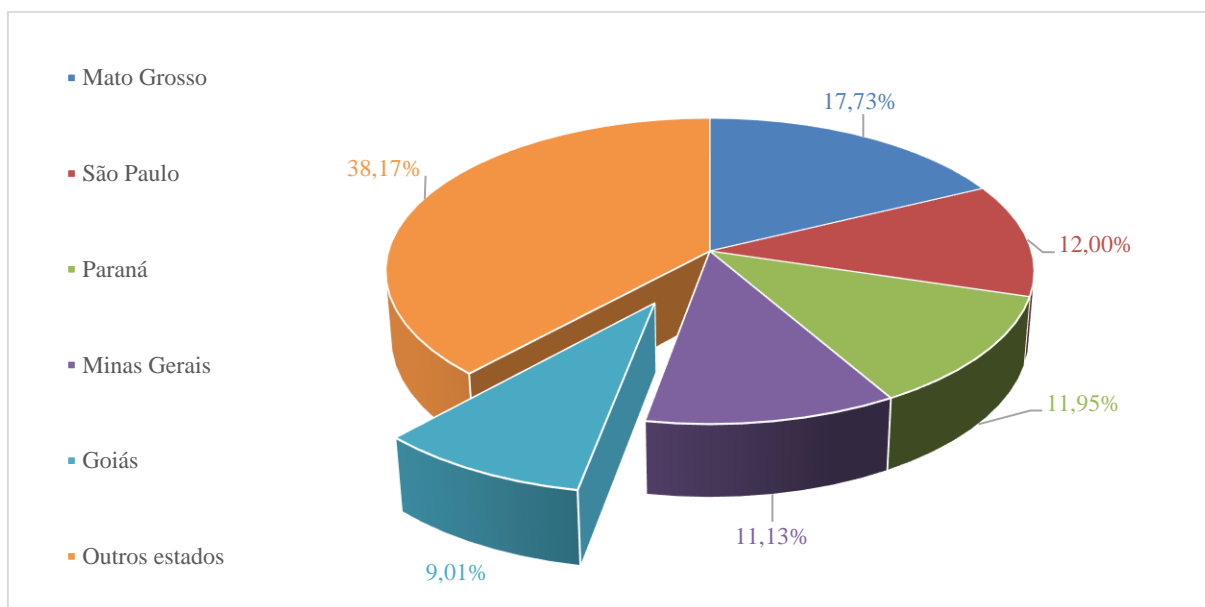


Figura 2: Percentual dos principais estados brasileiros no VBP da agropecuária – TOP-5

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do MAPA (2022).

Considerando a agricultura, tanto em 2021 como em 2022, a soja, o milho, a cana-de-açúcar, o algodão e o café, foram nessa ordem, os principais produtos agrícolas em VBP da agropecuária brasileira, segundo o MAPA. Os dois primeiros anos da década de 2020 foram levantados, pois a PAM, que é a pesquisa que traz os dados anuais de produção agrícola mais recente até o momento em que esse estudo foi produzido, foi a de 2021. Então, de modo elucidativo, vale ressaltar que os dados referentes aos valores da VBP disponibilizados pelo MAPA são de 2022 e os de produção, disponibilizados pela PAM do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), são de 2021.

Como mostra a figura 3, das cinco culturas agrícolas mais bem posicionadas em VBP em 2021 e 2022, Goiás figura no TOP-5 no *ranking* entre os estados em quatro. Com aproximadamente 10% do total nacional da produção de soja, e com aproximadamente 13,65 milhões de toneladas produzidas, o estado foi o 4º maior produtor nacional em 2021. Já na produção de milho em grão, Goiás teve em 2021 a 2ª maior produção nacional, com aproximadamente 10,75 milhões de toneladas, totalizando 12% de participação da produção entre os estados, atrás apenas do Mato Grosso, que produziu no ano 36% do milho em grão no Brasil.

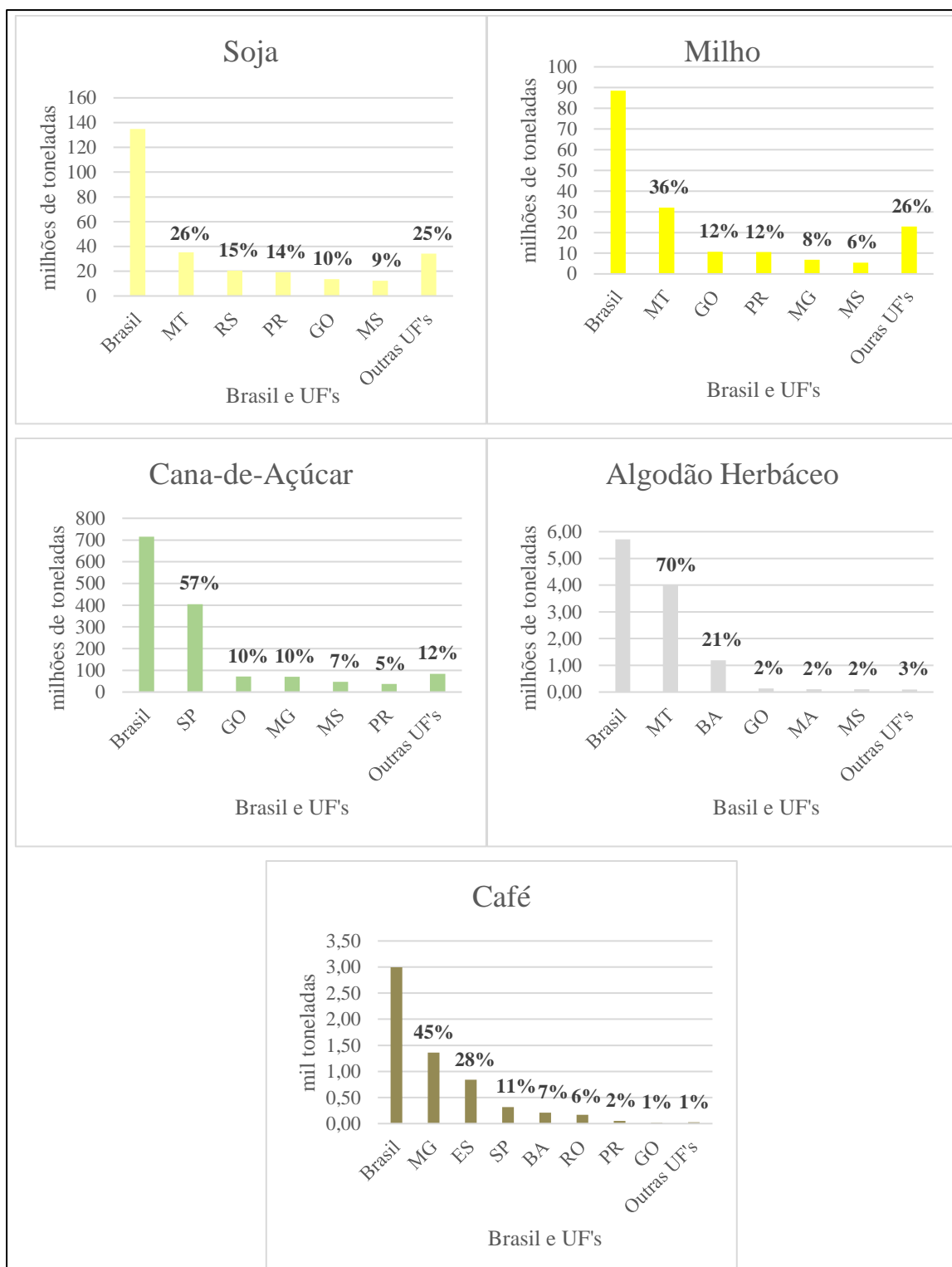


Figura 3: Produções e participações das TOP-5 culturas agrícolas em VBP - 2021/22

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do MAPA (2021/22) e PAM (2021).

Diferente do que acontece nas produções da soja e do milho, a cana-de-açúcar e o algodão herbáceo apresentam concentração considerável da produção nacional em uma única UF. Goiás apresentou a segunda maior produção de cana-de-açúcar em 2021, com 10% do total nacional e aproximadamente 72 milhões de toneladas produzidas. A diferença para o estado de São Paulo, o primeiro colocado, é de 333 milhões de toneladas, uma vez que o estado paulista produziu em 2021, 405 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, 57% do total produzido no Brasil. A produção de algodão herbáceo, mostra Goiás com a 3ª maior produção estadual em 2021, com aproximadamente 2% da produção nacional e 0,14 milhões de toneladas produzidas, Goiás está bem próximo de outros estados como o Maranhão e o Mato Grosso do Sul. O Mato Grosso e a Bahia apresentaram a primeira e segunda colocação, concentrando juntos, mais de 90% do nacional. Foram 70% e 21% de participação, e 4 milhões e 1,19 milhões de toneladas produzidas de algodão, respectivamente para MT e BA.

Das cinco produções agrícolas, a única em que Goiás não figurou no TOP-5 foi na cultura cafeeira. A produção da cultura permanente, foi a única também que colocou a frente do estado goiano, UF's das outras quatro regiões do país. Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo no Sudeste, a Bahia no Nordeste, Roraima no Norte, e no Sul o Paraná, tiveram produções superiores que a goiana em 2021. Ocupando a sétima colocação entre as UF's, Goiás teve aproximadamente 1% da produção nacional de café, com 17 mil toneladas produzidas, menos da metade do Paraná, sexto colocado.

Tratando da pecuária, os cinco produtos com maior participação no VBP agropecuário foram ordinalmente os bovinos, galináceos, o leite de vaca, suínos e o ovo de galinha. Assim como no caso da agricultura, na pecuária a ordem dos principais produtos em VBP foi a mesma em 2021 e 2022, segundo dispõe os dados do MAPA. As informações a respeito dos rebanhos animais e das produções de leite e ovos, foram coletadas na PPM de 2021. Inicialmente, pode-se observar pela figura 4, que a distribuição da produção/rebanho entre as UF's é mais homogênea para a pecuária do que para a agricultura, dado que as cinco produções tiveram participação percentual menos concentradas no TOP-5, e mais distribuída com as outras UF's.

O rebanho bovino goiano, apresentou a segunda maior participação no total nacional. Com aproximadamente 11%, o estado teve em 2021, 24 milhões de cabeças bovinas, estando atrás somente do estado do Mato Grosso com 32 milhões de cabeças. No caso do rebanho de galináceos, Goiás não figurou o entre os cinco estados com maior participação no Brasil.

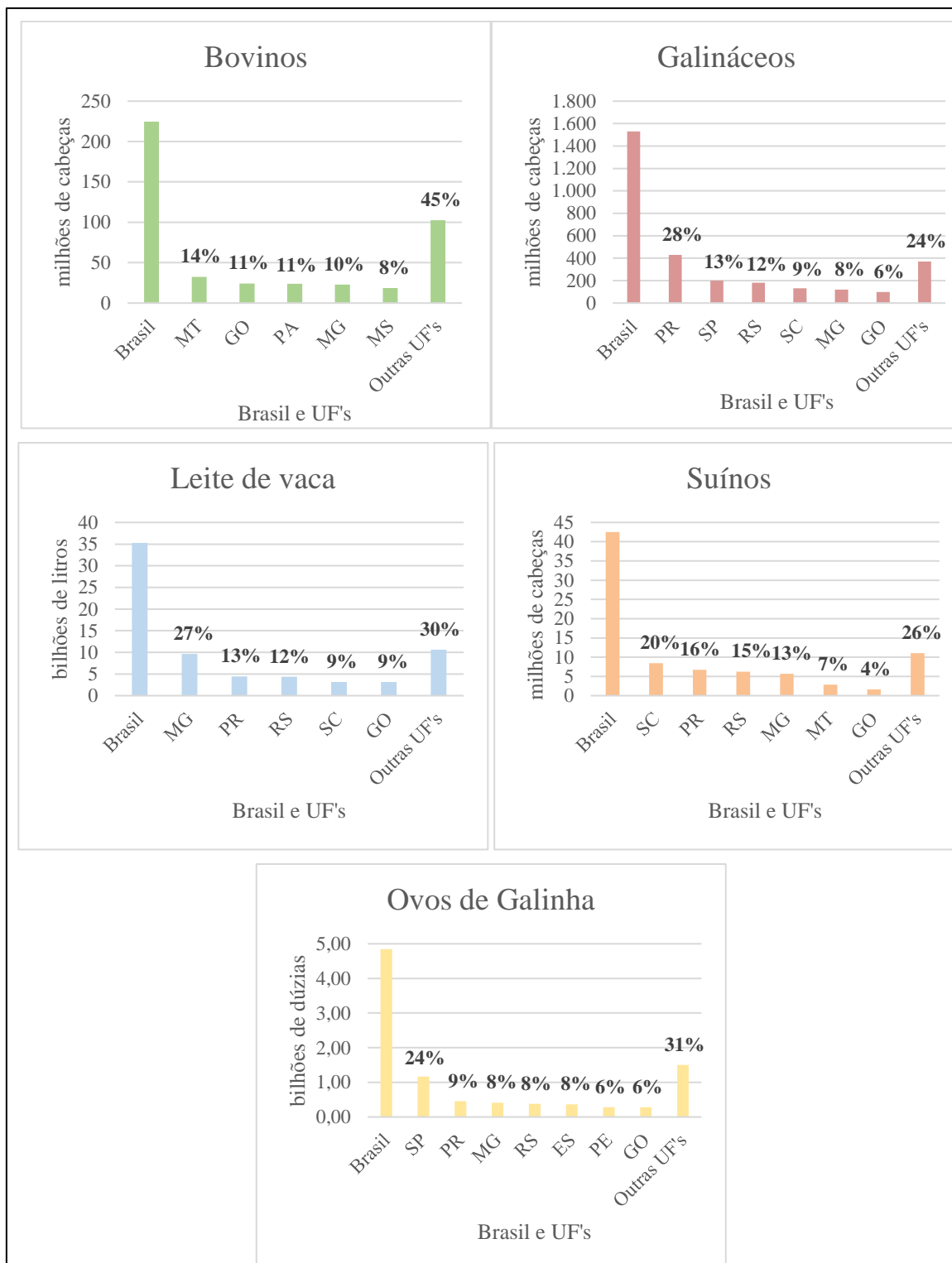


Figura 4: Produções e participações dos TOP-5 produtos pecuários em VBP - 2021/22

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do MAPA (2021/22) e PPM (2021).

Os três estados da região Sul encontram-se entre as 5 primeiras posições com maior número de cabeças de galináceos. O Paraná em 1º com 28% do total, o Rio Grande do Sul em 3º com 12% de participação, e Santa Catarina em 4º com 9%. Os outros dois estados que compõem o TOP-5 são do Sudeste, sendo São Paulo em 2º lugar e Minas Gerais em 5º, com participação de 13% e 8% respectivamente. Goiás aparece apenas na 6ª posição nacional, sendo o estado do Centro-Oeste mais bem colocado, com 6% da participação nacional, e número de cabeças de galináceos de aproximadamente 98 milhões.

Na produção leiteira, Goiás se insere entre as cinco principais produtoras, ocupando a quinta maior produção de 2021 e com participação de 9% do total produzido no Brasil. Com aproximadamente 3 bilhões de litros de leite de vaca, Goiás esteve atrás de Minas Gerais, que com 10 bilhões de litros, teve mais do dobro da produção do segundo colocado, o Paraná. Os outros estados que figuraram o TOP-5 foram respectivamente o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, estando assim, entre as principais bacias leiteiras estaduais do país, os três estados da região Sul.

Assim como no caso dos galináceos, o rebanho suíno goiano não compõe as cinco primeiras colocações entre os estados. As três UF's sulistas estão distribuídas nas três primeiras colocações do *ranking*, em ordem SC, PR e RS. Completando as duas derradeiras posições no TOP-5, estão MG e MT. Goiás teve o sexto maior rebanho suíno em 2021, com aproximadamente 2 milhões de cabeças, o que representou aproximadamente 4% do rebanho nacional.

Colocando-se em posição ainda inferior em relação aos rebanhos de galináceos e de suínos, esteve a produção de ovos para Goiás. A 7ª colocação do estado goiano, com participação de 6% e produção de aproximadamente 282 milhões de dúzias, ficou atrás de três estados sudestinos, São Paulo em 1º, Minas Gerais em 3º e Espírito Santo em 5º, de dois estados sulistas, o Paraná em 2º e o Rio Grande do Sul em 4º, e do Pernambuco em 6º. Ainda assim, Goiás teve em 2021, produção de ovos maior que as outras UF's do Centro-Oeste.

Embora Goiás não tenha a liderança produtiva em nenhuma das cinco principais culturas agrícolas, assim como não a tem nas cinco principais culturas pecuárias, em quase todas as dez produções, o estado se destaca, ocupando quase sempre o TOP-5 de principais UF's produtoras dessas culturas agrícolas, das produções de origem animal, e na criação de rebanhos animais. Esse panorama, leva o estado a ter o 5º maior VBP agropecuário do Brasil.

2.2. Mesorregiões Goianas e suas agropecuárias

Para a condução do trabalho, é preciso elucidar o significado de Mesorregião, uma vez que a delimitação geográfica que aprofundará à análise do estudo, se configura assim. Para o IMB, a divisão regional do Brasil em Mesorregiões, parte da congregação de diversos municípios de uma área geográfica, áreas essas com similaridades econômicas e sociais, que por sua vez, são subdivididas em Microrregiões. A divisão em mesorregiões foi criada pelo IBGE e é utilizada para fins estatísticos e não constitui, portanto, uma entidade política ou administrativa. De acordo com a Resolução da Presidência (PR) nº 11, de 5 de junho de 1990, Goiás foi dividido em 5 mesorregiões. A figura 5 abaixo, mostra o mapa do estado de Goiás, com as delimitações de suas Mesorregiões.

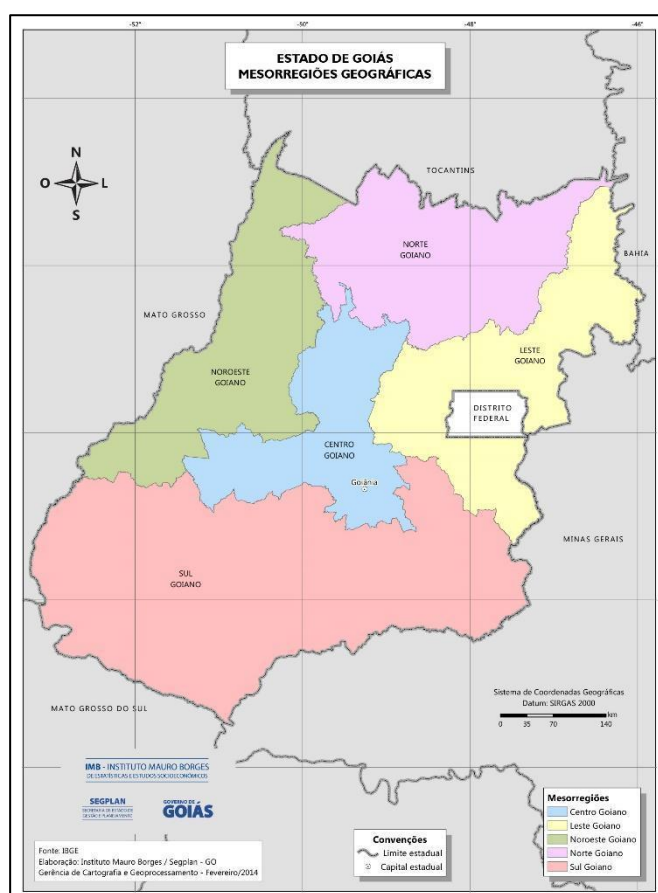


Figura 5: Mapa geográfico do Estado de Goiás delimitadas suas Mesorregiões.

Fonte: IMB – Mapas

2.2.1 Mesorregião Centro

A figura 6, mostra o mapa geográfico da Mesorregião Centro. Ela é composta por 82 municípios, distribuídos em cinco microrregiões, sendo elas: Anápolis, Anicuns, Ceres, Goiânia e Iporá. A mesorregião central é a menor em extensão territorial, com 40.908,95 km², segundo dados do Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF (2021). Ainda que territorialmente menor, o Centro goiano apresenta a maior densidade demográfica do estado, dado que toda região metropolitana da capital estadual está ali, onde as duas maiores populações municipais do estado se encontram, nos municípios de Goiânia e de Aparecida de Goiânia, e ainda, o município de Anápolis, terceira maior população do estado, também está nessa mesorregião. Com população estimada pelo IBGE (2021) para 2020, de aproximadamente 3,6 milhões, a mesorregião tem densidade demográfica de aproximadamente 89 hab./km²

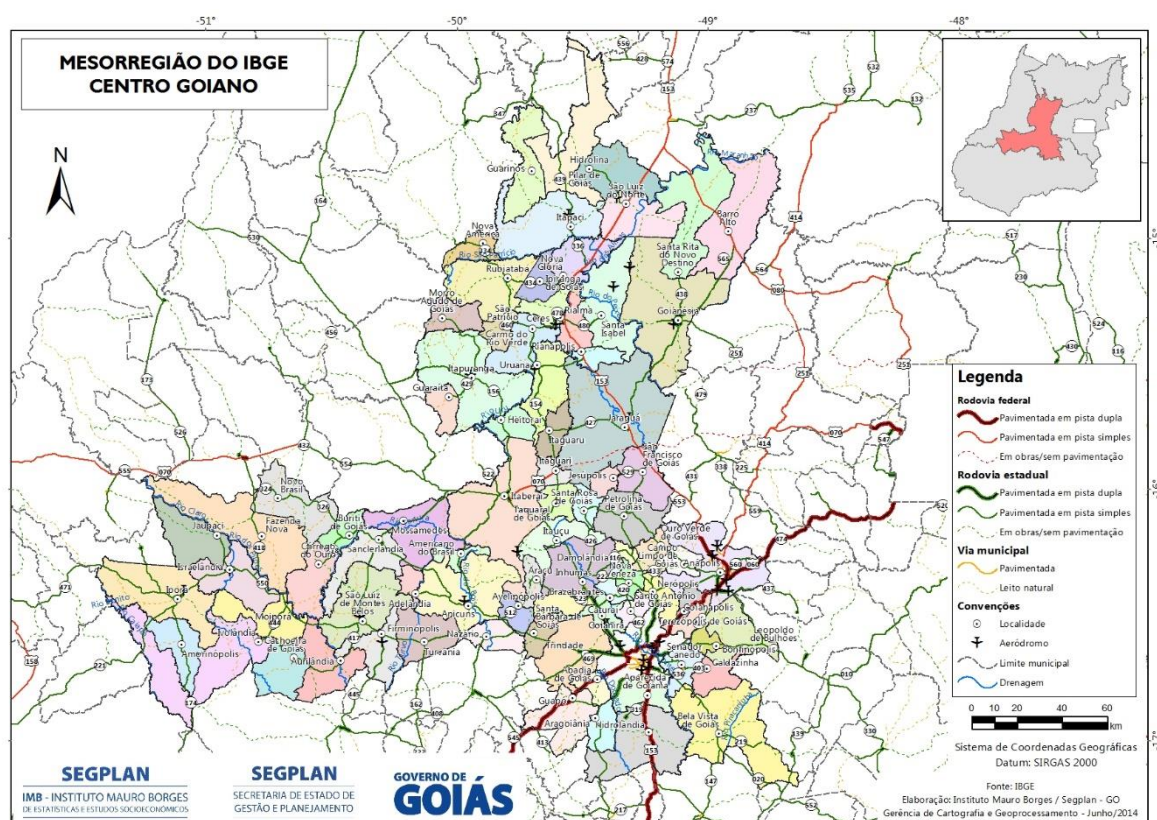


Figura 6: Mapa geográfico da Mesorregião Centro de Goiás delimitados seus municípios.

Fonte: IMB – Mapas

No que tange a agropecuária, a tabela 1 traz a participação no Valor de Produção (VP) total dos cinco principais produtos agropecuários da mesorregião, em cada censo desde

1970 até 2017. O que se observa é que a partir de 1970, caminhando para o Censo de 2017, a participação de culturas agrícolas como o arroz e o feijão, perdem espaço entre as cinco principais culturas, sendo que no caso do arroz, que em 1970 e 1975 possuía a maior participação dentre os produtos, cai para a quarta posição em 1980, quinta em 1985 e deixa as cinco produções no censo de 1995/96. Já no caso do feijão, a cultura já inicia a série na terceira posição, indo para 1975 à quinta posição, mantida em 1980. Em 1985, a cultura já deixa de aparecer entre as cinco principais em valor de produção. As culturas animais, tomaram com o passar dos anos censitários, o protagonismo no valor de produção da agropecuária mesorregional. Com média de participação censitária acima dos 30% em 1980, a produção de bovinos assume a liderança, a mantendo até 2017. Ao mesmo tempo, a produção leiteira assume a vice-liderança no VP agropecuário, também a mantendo até 2017, com exceção ao ano de 1995/96.

Tabela 1: Participação dos Cinco Principais Produtos no Valor de Produção: Centro

1970	1975	1980	1985	1995/96	2006	2017
Arroz: 29,71	Arroz: 31,43	Bovinos: 33,55	Bovinos: 30,39	Bovinos: 25,75	Bovinos: 32,13	Bovinos: 33,52
Bovinos: 25,40	Bovinos: 30,88	Leite: 15,33	Leite: 12,84	Cana-de- Açúcar: 15,47	Leite: 17,17	Leite: 14,48
Feijão: 11,02	Milho: 7,72	Milho: 11,14	Milho: 11,36	Leite: 14,76	Cana-de- Açúcar: 13,84	Cana-de- Açúcar: 12,66
Milho: 8,04	Leite: 7,68	Arroz: 10,84	Cana-de- Açúcar: 9,22	Ovos: 6,49	Milho: 3,95	Ovos: 8,46
Suínos: 7,39	Feijão: 6,20	Feijão: 7,91	Arroz: 7,56	Milho: 6,31	Ovos: 3,71	Soja: 6,08

Fonte: Calculado através de dados do Censo Agropecuário – IBGE (1970-2017)

Outras produções deixaram a relevância no VP, como o milho que entre 1970-2006 ainda aparecia entre as cinco principais culturas, mas com tendência de perda na participação, e desaparecendo da lista em 2017. Ao mesmo tempo, outra produção agrícola, como a cana-de-açúcar, apareceu com destaque na lista dos cinco principais VP's em 1985, indo para a segunda colocação em 1995/96 e aparecendo em 2006 e 2017, na terceira posição, com participações de 13,84% e 12,66% respectivamente. Queiroz (2016), destaca que em 1984, um sistema de “parceria” para o arrendamento de terra dos proprietários para a Usina Centro Álcool, aumentou a produção da Cana-de-Açúcar em Inhumas e em outros municípios da mesorregião, a exemplo de Goianésia, com duas usinas sucroalcooleiras, Jalles Machado e Otávio Lage. A produção de ovos passa a compor o TOP-5 em 1995/96 e

se mantém lá nos Censos de 2006 e 2017 também, ao passo em que a soja, aparece na quinta posição da lista, em 2017.

Em suma, o que se viu na Mesorregião do Centro Goiano com o passar dos censos agropecuários, foi uma consolidação dos produtos pecuários, que deixaram de ser dois, com bovinos e suínos em 1970, e se tornaram três com bovinos, leite e ovos em 2017, em detrimento das culturas agrícolas, que eram três com participação somadas de 48,77% e em 2017 se tornaram duas, com participação somadas de 18,74%.

Postos os dados detalhados a respeito da participação das cinco principais culturas agropecuárias no valor de produção dos censos entre 1970-2017, a Mesorregião Centro tem a menor participação agropecuária no PIB Total. Com 2,48% do PIB de 2019, composto pela atividade agropecuária, ela tem a terceira menor área agricultável do estado, com 476.219 hectares em 2021 segundo dados da PAM, correspondente a aproximadamente 6,47% do total, e a segunda menor área de pastagens do estado com 14,72% do total, em 2017 segundo dados do Censo Agropecuário. Ainda que tenha a menor extensão territorial estadual, a concentração dos centros metropolitanos ali, abriram caminho para produção industrial e atividades de serviços nessa mesorregião. Embora a participação do PIB agropecuário no total do PIB na mesorregião seja a menor, o PIB agropecuário da mesorregião Centro é o terceiro maior entre as mesorregiões, com aproximadamente 2,5 bilhões de reais no ano de 2017, e com os principais municípios no valor do PIB agropecuário, sendo: Itaberaí, Bela Vista, Inhumas e Leopoldo de Bulhões, nessa ordem de relevância.

2.2.2 Mesorregião Leste

A figura 7, mostra o mapa geográfico da Mesorregião Leste. Ela é composta por 32 municípios, distribuídos em duas microrregiões, sendo elas: Entorno do Distrito Federal (DF), também chamada de Entorno de Brasília, e o Vão do Paranã. A Mesorregião Leste, que envolve praticamente toda fronteira do DF com o estado de Goiás, faz divisa também com os estados de MG e da BA. Com 55.464,91 km², e população estimada para 2020, de aproximadamente 1,4 milhão, a mesorregião tem a segunda maior densidade demográfica do estado, puxada pela microrregião do entorno de Brasília, adensada pela população evadida de Brasília. A outra microrregião dessa mesorregião, a do Vão do Paranã, é caracterizada por ter o menor Índice de Desenvolvimento Humano - Municipal (IDH-M) do estado goiano, com valor médio dos municípios em 0,641, segundo a CODEVASF (2020).

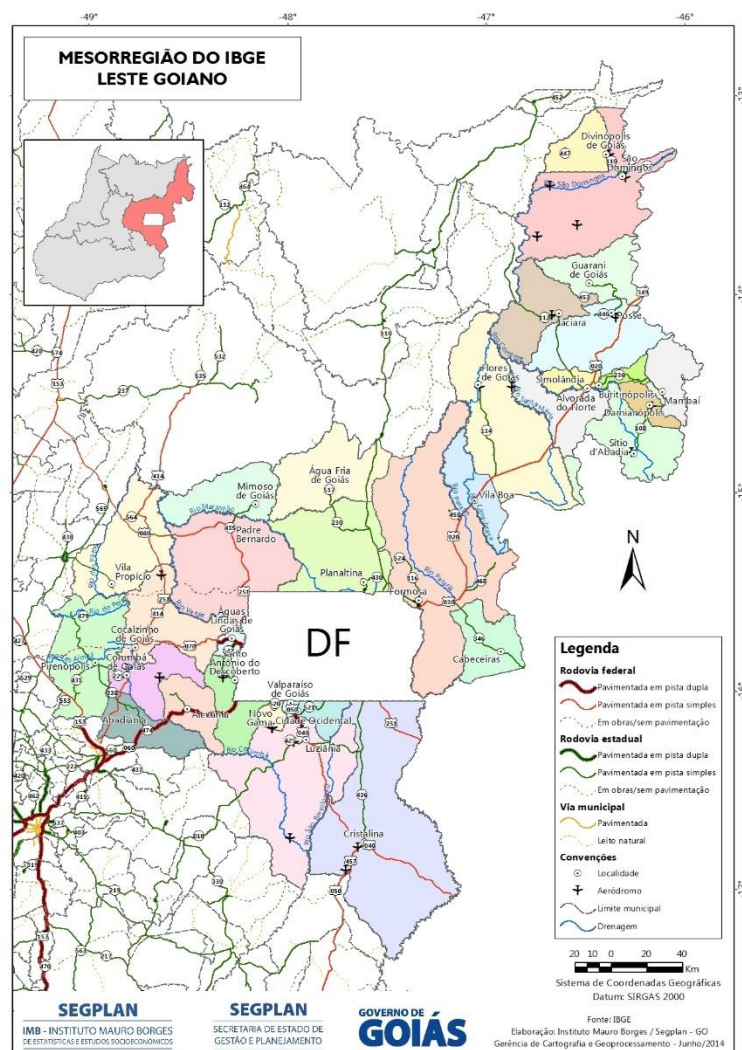


Figura 7: Mapa geográfico da Mesorregião Leste de Goiás delimitados seus municípios.

Fonte: IMB – Mapas

A tabela 2, traz a porcentagem dos cinco principais produtos agropecuários da mesorregião, em cada censo desde 1970 até 2017. Desde 1970, até o censo de 1995/96 a participação no VP de bovinos foi a maior para a mesorregião Leste. Após 1995/96, a soja assume a liderança do VP, e termina a série com a primeira colocação, contabilizando segundo o censo agropecuário de 2017, 27,17% do VP agropecuária. Assim como na tendência estadual, as culturas do arroz e do feijão iniciam a série entre as cinco principais culturas em VP e saem dessa mesma lista em 1985 no caso do feijão e em 1995/96 no caso do arroz. A produção do leite, figurou entre as cinco principais em VP desde 1970 até 2006, ocupando diferentes posições na lista, entre a segunda e a quinta colocação. O milho, assim como os bovinos, não saiu da lista dos cinco principais produtos em VP, ao passo que a cana-de-açúcar esteve ali somente no antepenúltimo e no penúltimo censo. Em 2017 uma

configuração diferente, incluindo culturas que não apareceram no TOP-5 de produtos no VP das outras mesorregiões, e que até o último censo também não compunham a lista para o Leste, aparecem. A produção de mudas com 5,88%, e a de alho, com 4,16%, foram respectivamente a quarta e a quinta principais produções em VP de 2017, influenciadas pela adoção de sistemas de irrigação, implantados na Mesorregião Leste, mais precisamente no município de Cristalina.

Tabela 2: Participação dos Cinco Principais Produtos no Valor de Produção: Leste

1970	1975	1980	1985	1995/96	2006	2017
Bovinos: 23,49	Bovinos: 29,35	Bovinos: 30,72	Bovinos: 34,79	Bovinos: 28,34	Soja: 31,43	Soja: 27,11
Arroz: 15,98	Arroz: 18,27	Leite: 13,81	Soja: 12,68	Leite: 14,29	Bovinos: 20,41	Bovinos: 18,51
Feijão: 14,14	Leite: 11,76	Arroz: 10,97	Leite: 11,03	Soja: 13,99	Milho: 7,49	Milho: 9,83
Milho: 9,22	Feijão: 10,50	Feijão: 8,85	Arroz: 8,52	Milho: 13,84	Leite: 7,00	Mudas: 5,88
Leite: 8,18	Milho: 7,17	Milho: 7,04	Milho: 6,37	Cana-de- Açúcar: 4,28	Cana-de- açúcar: 5,71	Alho: 4,16

Fonte: Calculado através de dados do Censo Agropecuário – IBGE (1970-2017)

O Leste Goiano apresenta apenas o penúltimo lugar no que diz respeito a relação do PIB agropecuário perante o PIB total da mesorregião, ficando à frente somente do Centro Goiano. Com 12,27% do PIB sendo composto pela atividade agropecuária, o destaque é absoluto para o município de Cristalina, com o 3º maior PIB agropecuário entre todos os municípios goianos, em 2017. Com aproximadamente 962 milhões de reais e 38,54% do total do PIB agropecuário da mesorregião Leste, o município tem a maior área agricultável irrigada da América Latina, o que agregou à agropecuária local produções de vegetais importantes no consumo local, bem como de *commodities* exportáveis. Além de Cristalina, os outros municípios que tiveram maior participação no PIB agropecuário Leste, foram Luziânia em segundo, e Formosa em terceiro, que somadas não atingiram a metade do PIB agropecuário do município na primeira colocação mesorregional.

2.2.3 Mesorregião Noroeste

A figura 8, mostra o mapa geográfico da Mesorregião Noroeste. Ela é composta por 23 municípios, a menor quantidade entre as mesorregiões, distribuídos em três microrregiões, sendo elas: Aragarças, Rio Vermelho e São Miguel do Araguaia. A Mesorregião Noroeste, tem fronteira ao Oeste com o MT e ao Norte com TO. Com 55.647,41

km², e população estimada para 2020, de 223.194 habitantes, a mesorregião tem a menor densidade demográfica do estado, com 4 habitantes/km².

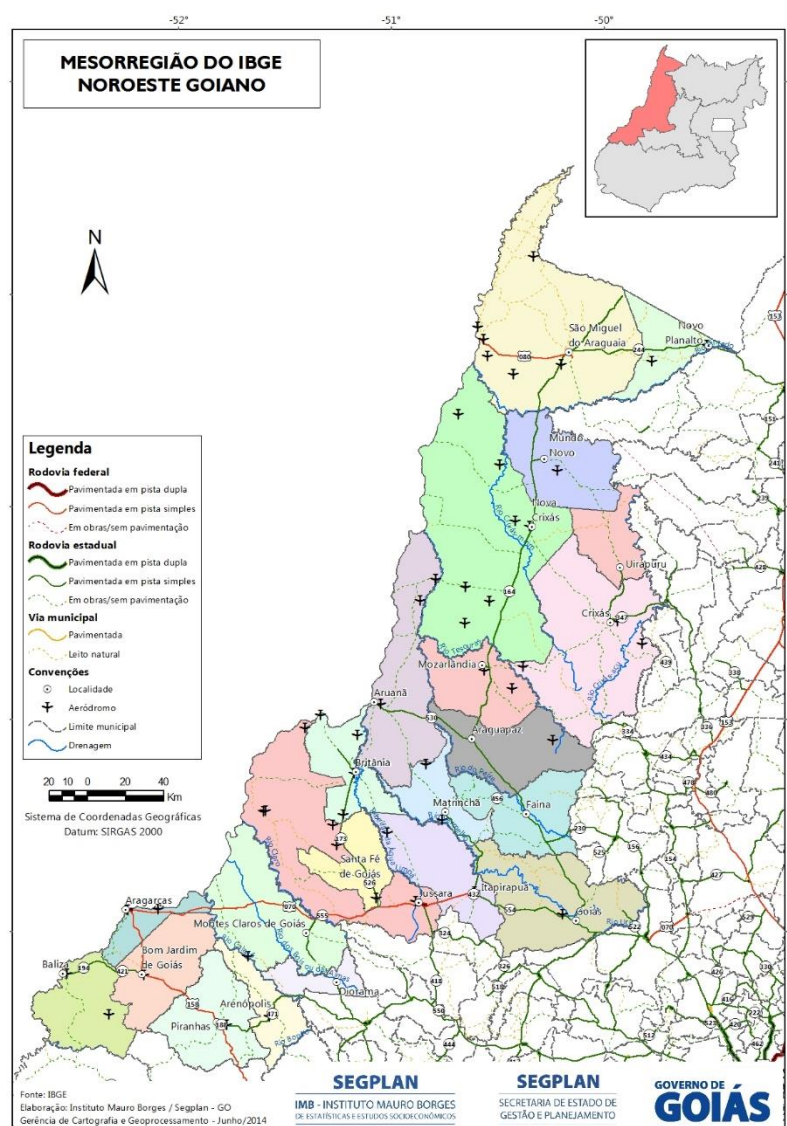


Figura 8: Mapa geográfico da Mesorregião Noroeste de Goiás delimitados seus municípios.

Fonte: IMB – Mapas

A tabela 3, mostra maior concentração produtiva na produção de bovinos, uma vez que no intervalo 1970-2017 a participação dessa atividade pecuária cresceu, e na média, a participação do valor desse produto no total da agropecuária, supera se comparada com as demais mesorregiões. Ao passo em que a participação mínima do valor dos bovinos entre 1970-2017 foi de 54,29% chegando em 80,55% em 1995/96, as demais mesorregiões, exceto a Norte, sequer chegaram aos 50% na participação do VP dos bovinos. Outra produção pecuária, a do leite, esteve presente na lista das cinco principais em VP agropecuária em

todos os Censos Agropecuários analisados, com média de participação em aproximadamente 6,45%. Entre 1970-1985, a produção de suínos esteve também entre as cinco principais, quase sempre na quinta colocação, exceto no censo de 1975 quando estava na terceira colocação. O valor de produção liderado por produções pecuárias tanto no Noroeste, quanto no Norte goiano, durante o período estudado, está alicerçado na necessidade de investimentos maiores que as terras das mesorregiões apresentam, para a possibilidade de uma produtividade agrícola rentável. A topografia do solo, o nível pluviométrico, a baixa densidade demográfica e outros fatores, exigem maiores dispêndios em fertilizantes, adubos, corretivos, maquinários e mão-de-obra para uma produção agrícola eficiente. Dadas tais condições, a produção pecuária nas mesorregiões se faz conveniente.

Tabela 3: Participação dos Cinco Principais Produtos no Valor de Produção: Noroeste

1970	1975	1980	1985	1995/96	2006	2017
Bovinos: 54,29	Bovinos: 67,62	Bovinos: 66,93	Bovinos: 66,54	Bovinos: 80,55	Bovinos: 77,99	Bovinos: 76,02
Arroz: 19,17	Arroz: 19,20	Arroz: 17,54	Arroz: 14,89	Leite: 9,59	Leite: 8,79	Soja: 9,99
Milho: 5,45	Suínos: 3,08	Leite: 6,30	Leite: 7,02	Milho: 2,10	Cana forrageira: 2,04	Leite: 5,59
Leite: 5,23	Milho: 2,73	Milho: 2,75	Milho: 3,58	Feijão: 1,64	Soja: 1,68	Feijão: 2,39
Suínos: 4,21	Leite: 2,60	Suínos: 1,90	Suínos: 2,54	Arroz: 1,02	Aves: 1,35	Milho: 0,94

Fonte: Calculado através de dados do Censo Agropecuário – IBGE (1970-2017)

Dada a representatividade da pecuária, a agricultura não apresenta a relevância em termos de VP da agropecuária do Noroeste, se comparado com o que é observado nas demais mesorregiões. O milho aparece em quase todos os censos, entre as cinco principais culturas em participação no VP, excetuando o ano de 2006, quando outra produção pecuária apareceu ali, a de aves. O milho volta a aparecer no TOP-5 em 2017, mas com participação abaixo de 1%, na quinta colocação. O arroz, como o padrão apresentado no estado, começa a série com participação próxima a 20%, e deixa de participar do TOP-5 em 1980. O feijão aparece entre as cinco principais participações no VP agropecuária da mesorregião Noroeste, apenas em 1995/96, com apenas 1,64% de participação. De forma isolada, não só para o Noroeste goiano, mas sem observação em todas as outras mesorregiões, em 2006, a cana forrageira aparece na segunda colocação dos principais VP's agropecuárias da mesorregião, com 2,04%. A soja passa a figurar na lista das cinco principais culturas em 2006, assumindo segunda melhor colocação em 2017, com quase 10% de participação.

A mesorregião do Noroeste goiano teve o segundo menor PIB agropecuário entre as mesorregiões, para o ano de 2017, somando aproximadamente 1,3 bilhões de reais. Contudo, a participação da agropecuária no total do PIB da mesorregião, foi a única entre as mesorregiões que superou o PIB da indústria, uma vez que PIB da agropecuária teve participação no PIB total de 24,82% e o da indústria de 12,63%. Além de um provável menor volume da atividade industrial vinculada a insumos não agropecuários, a vocação à pecuária bovina, dificulta o transbordo da atividade primária agrícola para uma atividade secundária à jusante. O não desenvolvimento do agronegócio do Noroeste goiano, leva a produção agropecuária dali, para polos agroindustriais de outras mesorregiões, e até para outros estados.

Os principais municípios em PIB agropecuário na Mesorregião Noroeste, são ordinalmente: Nova Crixás, Montes Claros de Goiás e São Miguel do Araguaia, sendo que o 1º e o 3º município, possuem os dois maiores rebanhos bovinos do estado de Goiás.

2.2.4 Mesorregião Norte

A figura 9, mostra o mapa geográfico da Mesorregião Norte. Ela é composta por 27 municípios, distribuídos em apenas duas microrregiões, sendo elas: Chapada dos Veadeiros e Porangatu. A mesorregião Norte, faz fronteira com o estado do TO, com 56.551,13 km², e população estimada para 2020, de 308.794 habitantes, a mesorregião tem densidade demográfica de 5 habitantes/km².

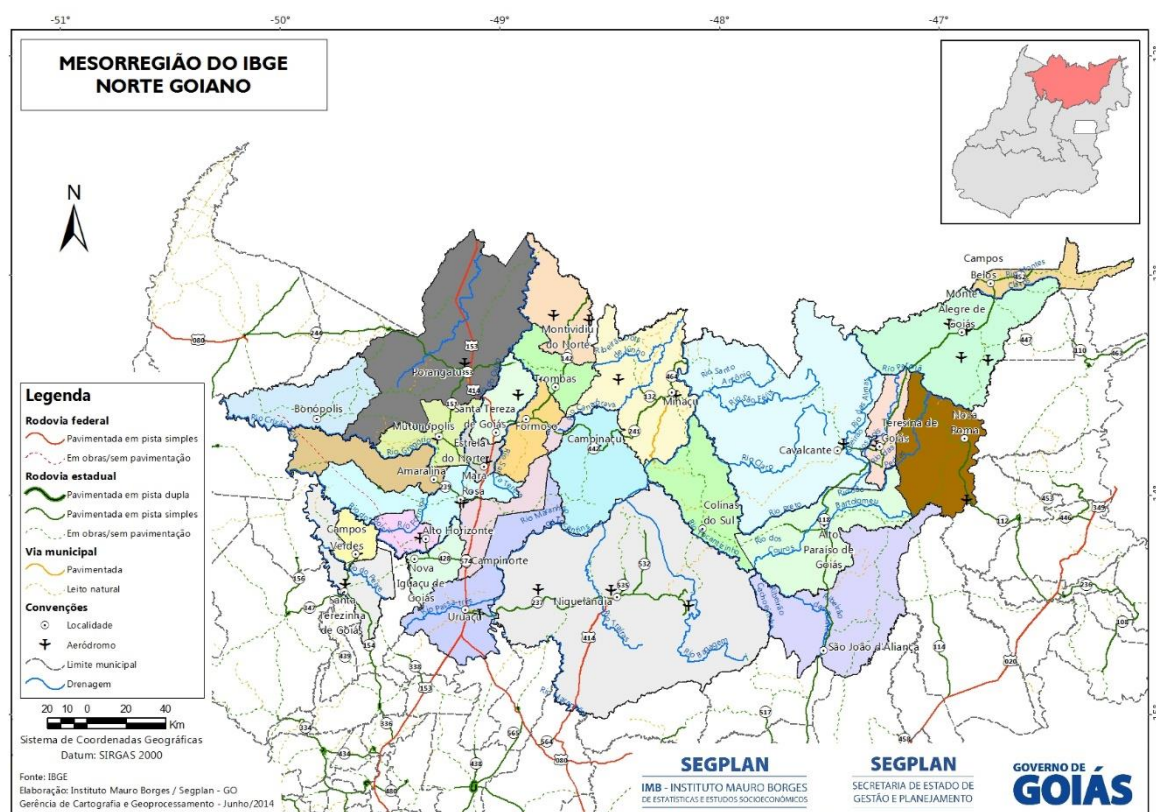


Figura 9: Mapa geográfico da Mesorregião Norte de Goiás delimitados seus municípios.

Fonte: IMB – Mapas

A tabela 4, mostra que a rizicultura inicia o intervalo entre 1970-2017, com a maior participação no VP da agropecuária, a deixando em 1980 e saindo da lista das cinco principais em 2017, mostrando tendência de queda na participação até 2006. O feijão também inicia a série no TOP-5 de principais produtos em VP, deixando de figurar na lista em 1985. O milho por sua vez, foi o único produto agrícola que se manteve como uma das cinco principais em VP da agropecuária no Norte Goiano em todo intervalo, sem variação expressiva da sua participação percentual entre os censos. A sojicultura, apareceu inicialmente na lista no censo de 1995/96, e a partir dali ganhou cada vez mais espaço, chegando na segunda colocação no censo de 2017, com participação de 24,82% no VP.

Tabela 4: Participação dos Cinco Principais Produtos no Valor de Produção: Norte

1970	1975	1980	1985	1995/96	2006	2017
Arroz: 29,14	Arroz: 36,08	Bovinos: 35,20	Bovinos: 44,33	Bovinos: 53,58	Bovinos: 52,50	Bovinos: 42,53
Bovinos: 19,85	Bovinos: 28,44	Arroz: 29,65	Arroz: 17,44	Leite: 16,53	Soja: 12,67	Soja: 24,82
Feijão: 10,32	Suínos: 8,17	Leite: 8,80	Leite: 8,93	Milho: 6,69	Leite: 11,33	Leite: 6,56
Milho: 8,67	Feijão: 7,29	Milho: 5,91	Milho: 7,15	Soja: 4,23	Milho: 5,72	Milho: 4,71

Leite: 7,41 Milho: 6,39 Feijão: 5,88 Suínos: 5,20 Arroz: 3,86 Arroz: 2,78 Cana-de-açúcar: 3,27

Fonte: Calculado através de dados do Censo Agropecuário – IBGE (1970-2017)

Ao passo em que a produção de arroz, deixou de liderar a lista do VP da Mesorregião Norte, em 1980 a produção de bovinos assumiu tal liderança. Vindo com considerável representatividade já nos censos de 1970 e 1975, a partir de 1980 a pecuária passa a assumir protagonismo permanente na série até 2017. Outra produção pecuária, a de leite, esteve entre as cinco principais no VP da agropecuária durante quase todas as observações, excetuando a de 1975. A produção de suínos, figurou na lista em duas observações, 1975 e 1985. De forma inédita para o Norte Goiano, a produção de cana-de-açúcar aparece na quinta posição, em 2017, com 3,27% no VP da agropecuária mesorregional.

O Norte goiano foi a mesorregião que apresentou menor PIB agropecuário em 2017, com aproximadamente 1,03 bilhões de reais, e cujo principais municípios em representatividade nesse PIB agropecuário foram: Niquelândia, São João D’Aliança e Porangatu.

2.2.5 Mesorregião Sul

A figura 10, mostra o mapa geográfico da Mesorregião Sul. Ela é composta por 82 municípios, o mesmo número da mesorregião Centro. O número de microrregiões no Sul, é o maior entre as mesorregiões, sendo as seis: Catalão, Meia Ponte, Quirinópolis, Sudoeste de Goiás e Vale do Rio dos Bois. A mesorregião Sul, faz fronteira com os estados de MG, MT e MS. Com 131.553,03 km², a maior extensão territorial do estado é a sulista, e a população estimada para ela em 2020 foi de aproximadamente 1,5 milhão. Ainda que a mesorregião tenha a segunda maior população goiana, a densidade demográfica é apenas a terceira maior dentre as mesorregiões, dada ampla extensão territorial, maior que o dobro da segunda colocada nesse quesito. Com 11 hab./km², a densidade demográfica da Mesorregião Sul é menor que as do Centro e Leste, ambas com conurbações influenciadas por centros administrativos do poder executivo estadual, no caso de Goiânia, e Brasília que é centro administrativo em níveis distrital e nacional.

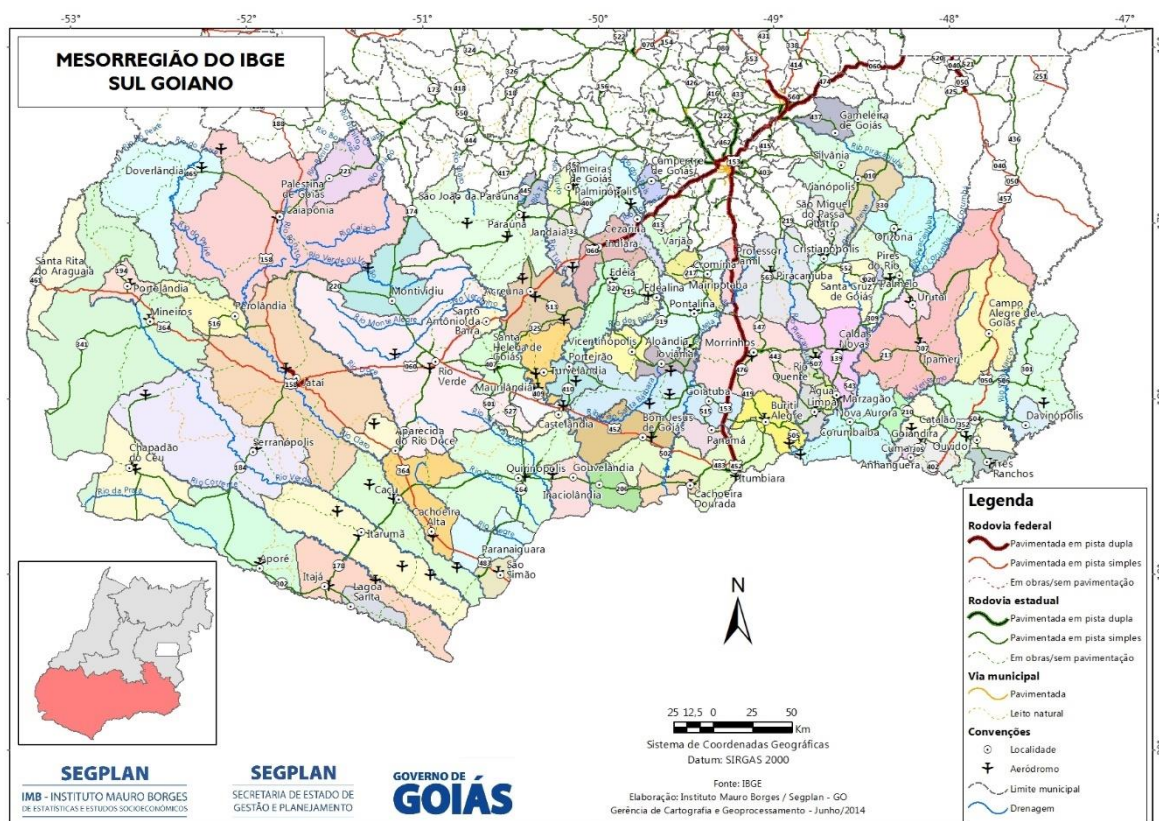


Figura 10: Mapa geográfico da Mesorregião Sul de Goiás delimitados seus municípios.

Fonte: IMB – Mapas

O Sul Goiano apresentou no TOP-5 de principais produtos no valor de produção da agropecuária, distribuição menos concentrada no primeiro produto, do que o que se viu anteriormente no caso das mesorregiões Noroeste e Norte. Observando a tabela 5, a série começa 1970 com os bovinos como principal participação, que se mantém ali até 1995/96, quando a participação da soja se aproximou, na segunda colocação. A soja figura no TOP-5 de maneira prévia ao acontecido nas outras mesorregiões. Enquanto em 1985, a Mesorregião Leste demonstrou 12,68% de VP da soja, compondo a segunda colocação no ano, já em 1980, a soja apareceu na lista dos cinco principais produtos da agropecuária sulista. A produção do milho, foi a única que apareceu na lista nas sete observações, na quarta posição em 1970 e na terceira em todas as seis posteriores. A produção de suínos, apareceu como principal produção no TOP-5 apenas em 1970, e na quinta colocação. Após isso, ela deixa a lista, dando espaço a outra produção pecuária, a do leite, que entre 1975-2017, esteve sempre presente como um dos principais VP's. Duas culturas agrícolas diferentes aparecem também na listagem, em períodos diferentes. Em 1970 e 1975, o algodão ocupava posição de destaque no VP agropecuário, com 12,18% no primeiro ano, e caindo para 4,63% no

segundo. A cana-de-açúcar por sua vez, ganha espaço aparecendo na quinta posição no censo de 1995/96, indo da participação de 5,86% para 8,79% em 2006, e chegando a segunda maior participação em 2017, com 20,09%.

Pode-se afirmar que existe um crescimento do VP agropecuário para a Mesorregião Sul, baseado na forma de como se deu a integração das cadeias produtivas em complexos agroindustriais, baseada na produção de soja, milho e outros grãos, que são beneficiados e transformados em ração que são insumos para a alimentação de aves, bovinos e suínos.

Tabela 5: Participação dos Cinco Principais Produtos no Valor de Produção: Sul

1970	1975	1980	1985	1995/96	2006	2017
Bovinos: 32,03	Bovinos: 38,53	Bovinos: 43,55	Bovinos: 37,91	Bovinos: 25,04	Soja: 36,72	Soja: 33,55
Arroz: 25,80	Arroz: 20,01	Arroz: 14,05	Soja: 19,37	Soja: 23,57	Bovinos: 17,04	Cana-de- açúcar: 20,09
Algodão: 12,18	Milho: 16,19	Milho: 11,69	Milho: 10,89	Milho: 16,89	Milho: 10,58	Milho: 13,27
Milho: 7,47	Leite: 5,85	Leite: 10,78	Leite: 10,50	Leite: 12,41	Cana-de- açúcar: 8,79	Bovinos: 13,10
Suínos: 5,35	Algodão: 4,63	Soja: 8,81	Arroz: 6,48	Cana-de- açúcar: 5,86	Leite: 8,50	Leite: 5,71

Fonte: Calculado através de dados do Censo Agropecuário – IBGE (1970-2017)

Das cinco mesorregiões, a que mais se destaca em termos produtivos é a Sul, que concentra ampla maioria da produção agropecuária. No ano de 2017, 62,34% do PIB agropecuário no estado de Goiás, veio dali. A diferença para a mesorregião com o segundo maior PIB agropecuário é considerável, uma vez que a Mesorregião Leste teve no mesmo ano, 12,85% do PIB agropecuário.

Ilustrando tal cenário, a figura 6 mostra a discrepância do panorama entre as Mesorregiões se comparadas com o Sul de Goiás. Contudo, há de se considerar que a Mesorregião Sul é mais numerosa em municípios e é consideravelmente maior que as demais em área. Enquanto a Mesorregião Sul tem 82 municípios e uma área de 131.553,03 km², as outras quatro mesorregiões somadas tem 164 municípios e 208.572,40 km², o que resulta em uma média consideravelmente menor que o números da meso Sul sozinha.

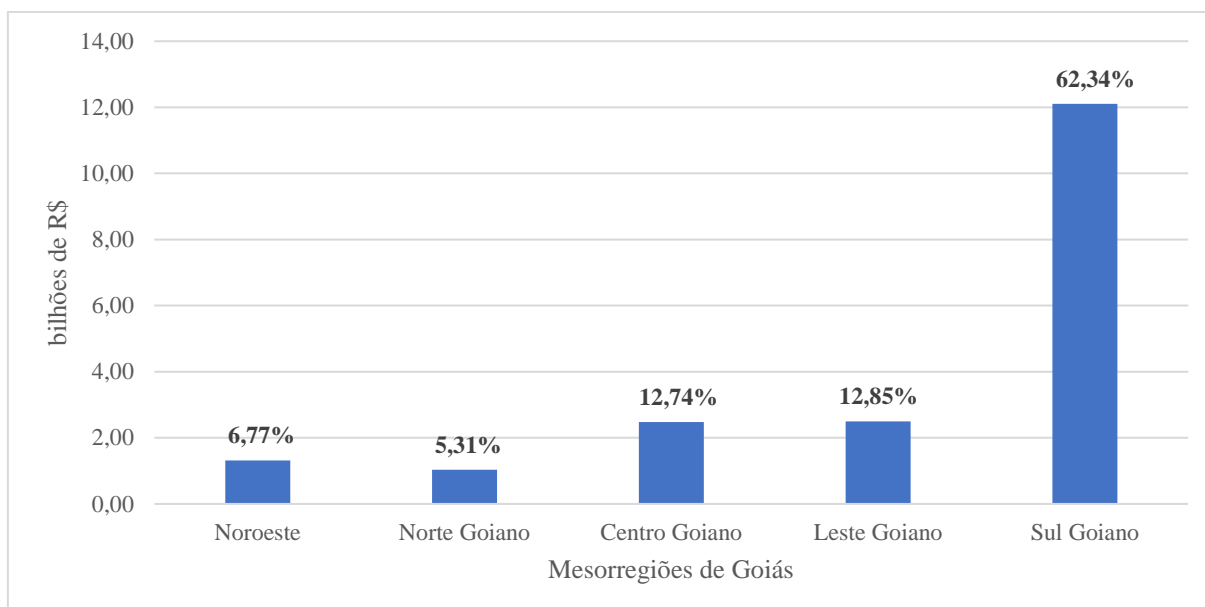


Figura 11: PIB agropecuário das mesorregiões de Goiás – 2017.

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do IMB-Municípios (2017).

Disso, vê-se também substancial diferença na área colhida. Ao passo que o valor do PIB agropecuário foi como evidencia a figura 11, de aproximadamente 12,11 bilhões de reais para o Sul Goiano, a área colhida de lavouras temporárias e permanentes, corresponderam na Mesorregião, a 73,04% do total, como mostra a figura 12. Assim como no caso do PIB agropecuário, a segunda colocação em área colhida também é da Mesorregião Leste que teve aproximadamente 1 milhão de hectares colhidos no ano de 2021, enquanto o Sul Goiano teve aproximadamente 5,35 milhões de hectares colhidos.

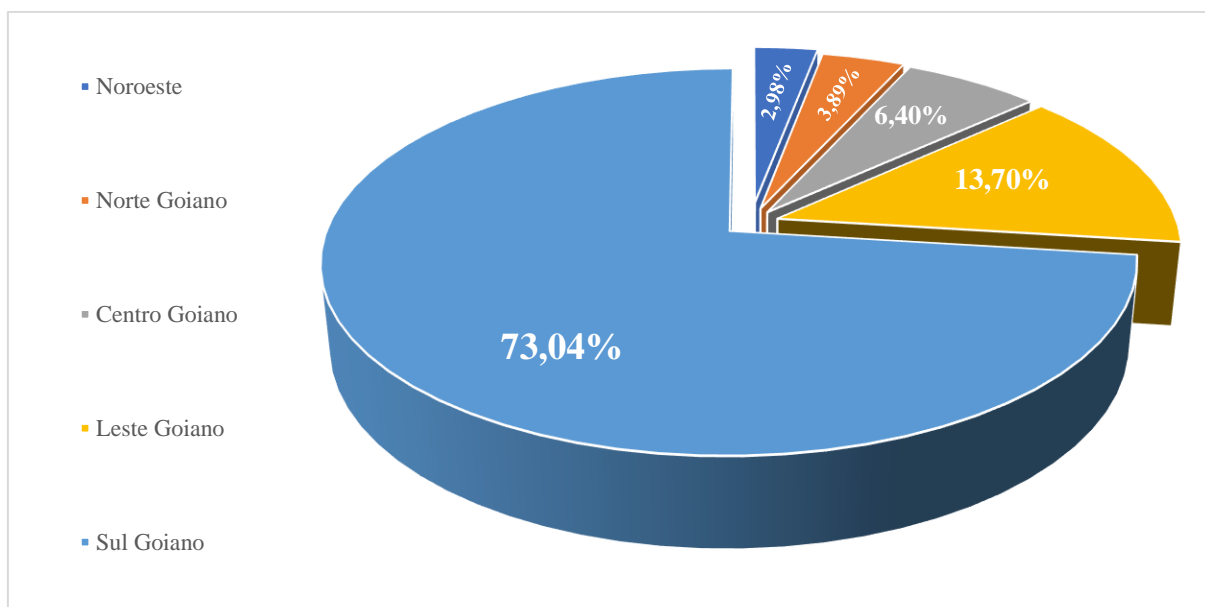


Figura 12: Percentual da área colhida de lavouras nas Mesorregiões de Goiás - 2021

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da PAM-IBGE (2021).

O IDH-M da Mesorregião Sul foi o maior para o estado em 2020, com média de 0,705, seguidos pela Mesorregião Centro com 0,702, Noroeste com 0,685, Norte com 0,667 e Leste com 0,662, a última puxada para baixo pela média consideravelmente menor da microrregião do Vão-do-Paraná. Em termos de PIB agropecuário, a Mesorregião Sul de Goiás, teve em 2017, quatro municípios entre os cinco principais nesse quesito. Rio Verde com 1,36 bilhões de reais, tem a liderança estadual. Jataí com 1,04 bilhões de reais vem na segunda colocação estadual, e completam a lista estadual em quarto e quinto respectivamente, com aproximadamente 446 milhões de reais, e 437 milhões de reais, os municípios de Paraúna e Goiatuba. Cristalina, como já comentado no subitem da Mesorregião Leste, é o único município fora do Sul Goiano a compor esse TOP-5.

A figura 13 mostra ainda, que a produção de grãos está concentrada na mesorregião Sul. Dentre os cinco principais produtores de grãos do estado, em uma relação de produção de toneladas/área dos municípios, quatro estão no Sul Goiano. Em primeiro o município de Rio Verde, em segundo o de Jataí, em quarto Montividiu e em quinto Mineiros, todos eles, na Microrregião do Sudoeste de Goiás. Em terceiro, está o município de Cristalina na Mesorregião Leste. A microrregião do Entorno de Brasília, apresenta região em verde mais escuro, contrastando-a com a microrregião do Vão do Paraná, com verde mais claro, logo observa-se maior produção de grãos na microrregião do Leste com maior IDH-M, em comparação com a outra microrregião da mesma mesorregião, com menor IDH-M.

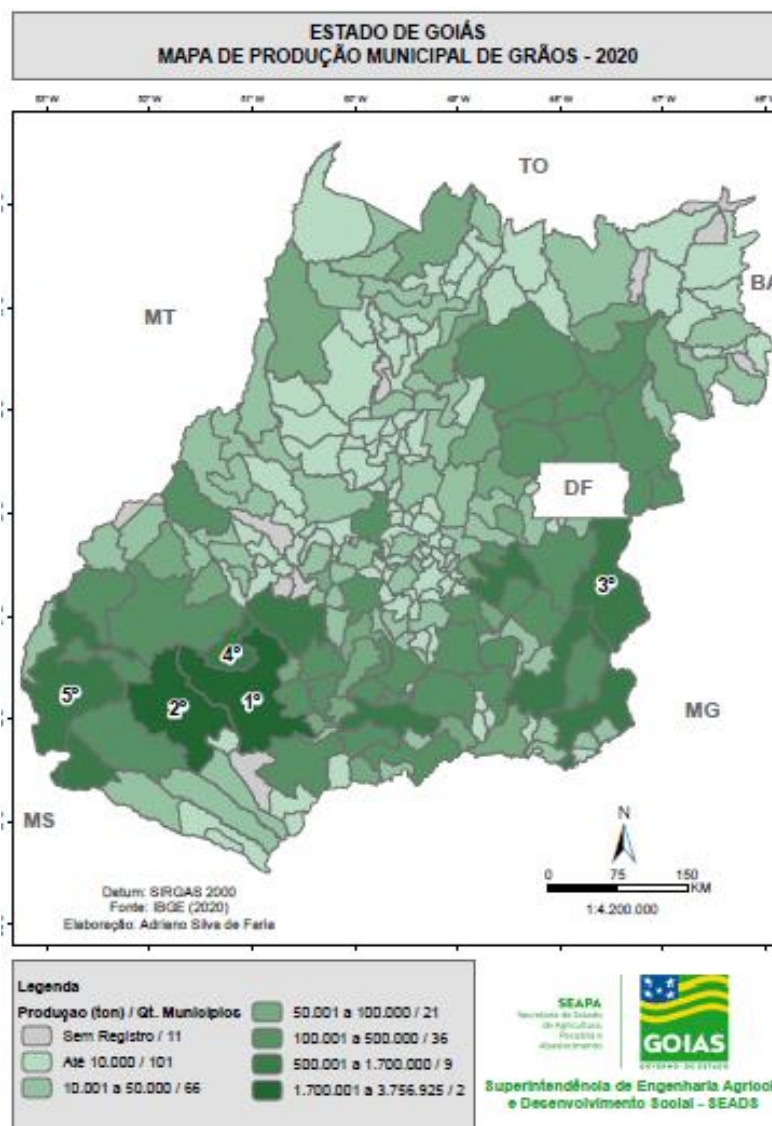


Figura 13: Mapa de produção municipal de grãos em Goiás - 2020.

Fonte: IMB – Mapas

Gonçales (2008) traz o exemplo do município de Rio Verde, que está no Sul Goiano, como amostra de uma gama de municípios no Centro-Oeste brasileiro, que nas últimas décadas apresentaram crescimento pujante, não somente sustentado na produção de *commodities*, mas também gerando valor por meio dos complexos agroindustriais que interligam o campo e a indústria, exemplos são empresas como a Comigo, a BrFoods e a Cargill. Pelos dados e demais informações dispostas, fica claro que a Mesorregião Sul tem se mostrado o celeiro agropecuário goiano. A lacuna não respondida, é se assim como em termos de produção e de valores destas, a produtividade regional também se destaca perante as demais.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

A produtividade é objeto de estudo recorrente na literatura econômica. Geralmente relacionada a eficiência do uso de insumos dispendidos na produção de um bem, ela pode ser empregada em níveis micro e macroeconômicos. A nível de setores da economia, em relação a firmas/estabelecimentos e grupos específicos, através de delimitações geográficas, ou até mesmo reunindo mais de um desses e de outros fatores, a literatura vem se debruçando a respeito do tema e tem trazido contribuições relevantes para a economia. O objetivo desse capítulo, é discorrer de maneira breve, o conceito da PTF, suas aplicações na agropecuária e os índices mais utilizados para o seu cálculo na literatura. Destaca-se entre esses índices, o de Törqvist e o de Malmquist, atribuídos respectivamente a Leo Törqvist (1936) e a Sten Malmquist (1953).

3.1. Produtividade Total dos Fatores – PTF

Para Comin (2010), a PTF é a parte da produção que não é explicada pela quantidade de insumos utilizados na produção de determinada economia. Sendo assim, o nível da PTF é determinado pelo grau de eficiência que os insumos são usados para tal produção. Importantes autores e suas obras retratam o conceito da PTF, utilizando-o como apoio à temas relevantes do desenvolvimento econômico. Tendo surgido do artigo pioneiro de Solow (1956), outros trabalhos importantes citam o tema:

O crescimento da PTF é geralmente medido pelo resíduo de Solow desde Solow (1957) [...] na frequência do ciclo comercial, a PTF está fortemente correlacionada com a produção e as horas trabalhadas. Com base nesta observação, Kydland e Prescott (1982) iniciaram a literatura sobre o ciclo comercial real [...] como mostrado no artigo histórico de Solow (1956), o crescimento a longo prazo em renda per capita em uma economia com uma função de produção neoclássica agregada deve ser impulsionado pelo crescimento da PTF (Comin, 2010, p.260-261).

Formalmente, ao se referir à produtividade na economia, temos uma função de produção do tipo:

$$Y_i = A_i F(X_i) \quad (1)$$

Sendo Y o *output* do agente econômico genérico (país-estado/empresa/setor) i no tempo t com um vetor (1 x N) de *inputs* X , sendo o termo que indica quanto o *output* de determinada

unidade é capaz de produzir a partir de uma quantidade de *inputs* denominado por A , dado o nível tecnológico. A tecnologia é uma função de $F(\cdot)$, que é dada e comum a todas. Logo, o índice da PTF no tempo t é a relação entre a produção e o total de *inputs* empregados:

$$PTF_{it} \equiv A_{it} = \frac{Y_{it}}{F(X_{it})} \quad (2)$$

Dada a ideia de produtividade, formulada na PTF, o próximo passo é definir a metodologia a ser utilizada. Diversos métodos são utilizados na literatura, para a estimação da PTF. Para Del Gatto, Di Liberto e Petraglia (2010), quantificar a produtividade é uma condição *sine quan-non* para analisar empiricamente diversas áreas de estudo. Após identificadas as variáveis e os dados que se ajustam aos objetivos da pesquisa, as metodologias para o cálculo da PTF são diversas. Os métodos de medição de produtividade, devem ser pesquisados e classificados de acordo com os seguintes 3 parâmetros: (i) macro/micro; (ii) fronteira/não fronteira e (iii) determinístico/econométrico. Os mesmos autores trazem o Quadro 1 como um guia de pesquisas metodológicas:

Quadro 1 - Metodologias pesquisadas para a PTF

	Metodologias Determinísticas	Metodologias Econométricas	
		Paramétricas	Semi-Paramétricas
Fronteiras	DEA (Data Envelopment Analysis) (Micro-Macro) FDH (Free Disposal Hull) (Micro-Macro)	Stochastic Frontier Analysis (Micro-Macro)	
Não-Fronteiras	Growth Account (Macro) Index Numbers (Micro-Macro)	Growth Regressions (Macro)	Proxy-Variables (Micro)

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de quadro de Del Gatto, Di Liberto e Petraglia (2010).

As metodologias são distinguidas entre estudos macro (países, regiões, setores) e estudos micro (empresa/planta/firma), determinísticas (medida de produtividade calculada) e econométrica (medida de produtividade estimada), entre fronteiras (assume que a produção não é totalmente eficiente em termos de tecnologia) e não-fronteiras (assumem que a

produção sempre é totalmente eficiente em termos de tecnologia), e na estrutura de dados, macro dados ou micro dados.

3.1.1. DEA e Índice de Malmquist

Dentro de estudos que envolvem o agregado da agropecuária, os índices mais utilizados correspondem aos *Data Envelopment Analysis - DEA* e *index numbers*. Ambos partem de uma metodologia determinística, se diferem em relação à fronteira e podem ser utilizadas para análises tanto macro quanto micro. Na *DEA* a produtividade é essencialmente a relação produto-*input* e dessa forma, o crescimento da produtividade é o residual entre o crescimento da produção e o crescimento dos insumos. De acordo com Raa e Mohnen (2002), a análise na *DEA* considera as proporções de produção e de insumos observadas nas atividades, e ainda determina qual poderia ser a produção se os insumos fossem processados por uma combinação ótima de todas as atividades observadas. A metodologia se assemelha ao não-fronteiriço *Growth Account*, no sentido de que ambas caracterizam a produtividade na relação produto-*input*, mas a *Growth Account* assume suposições sobre a estrutura de mercados, uma forma funcional particular para a tecnologia e a hipótese dos mercados perfeitos. A *DEA* por sua vez, envolve as combinações de *output* e *input* a fim de obter uma aproximação da fronteira de produção, usando-a para identificar contribuições da mudança tecnológica para o crescimento da produtividade.

A fórmula gerada originalmente por Solow (1957), fornecendo a origem da abordagem do crescimento econômico, parte da equação (2), assumindo que o crescimento da PTF entre t e $t+1$ é:

$$\frac{PTF_{t+1}}{PTF_t} = \frac{A_{t+1}}{A_t} \quad (3)$$

Essa derivação, assume que a produção observada é a produção de fronteira, e dessa forma o crescimento da PTF captura apenas as mudanças em A , o que equivale às mudanças tecnológicas, o que caracteriza a estimativa como tendenciosa na presença de ineficiência. É nesse contexto que índices *DEA* como o de Malmquist por exemplo, são introduzidos na análise, a fim de levar a produção observada até o seu nível de eficiência, mitigando a discrepância entre produção observada e produção máxima viável.

Chamando de distância, o equivalente entre a produção observada e a produção máxima viável, os índices *DEA* são fundamentados. Não se estendendo algebricamente aqui, a respeito da construção da distância D , que além do índice de Malmquist embasa outros

índices *DEA*, temos que desde que $(X_{t+1}, Y_{t+1}) > (X_t, Y_t)$, a produtividade tem aumentado ao longo do tempo. O índice de Malmquist quantifica o crescimento da produtividade tomando a tecnologia em t (S_t) como referência e comparando as distâncias entre (X_{t+1}, Y_{t+1}) e (X_t, Y_t) com S_t . As distâncias podem ser medidas tanto na vertical quanto na horizontal, de forma com que as diferenças de produtividade ao longo do tempo, podem ser interpretadas como índices de produtividade orientados para o *output* ou como índices de produtividade orientados para o *input*.

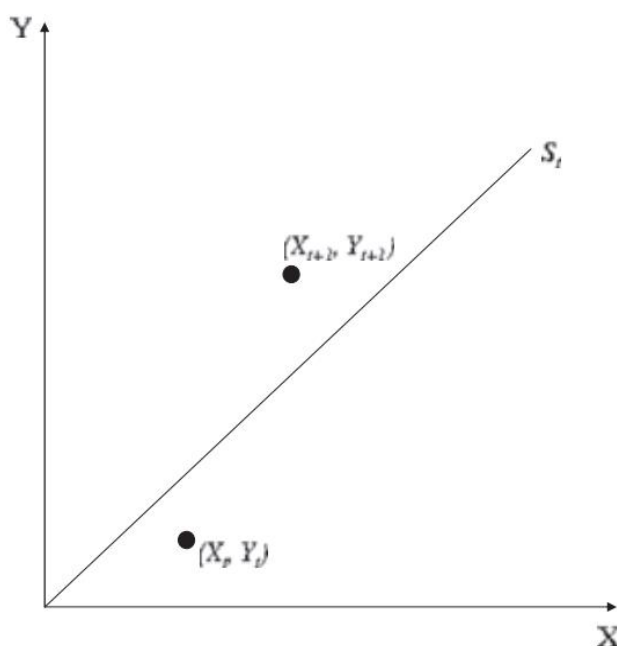


Figura 14: O índice de Malmquist.

Fonte: Retirado de Del Gatto, Di Liberto e Petraglia (2010).

A figura 14, foi retirada do trabalho que serve como guia e referência para escolha da metodologia de cálculo da PTF. Ela mostra, que os níveis de X e Y em $t+1$, estão fora da fronteira S em t . Embasados em funções de distância de saída, Caves et al. (1982, apud Del Gatto, Di Liberto e Petraglia, 2010, p. 970) definem os índices de produtividade de Malmquist voltadas a *output* para o período t e $t + 1$ como:

$$M_t^0(X_t, Y_t, X_{t+1}, Y_{t+1}) = \frac{D_t^0(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_t^0(X_t, Y_t)} \quad (4)$$

e

$$M_t^0(X_t, Y_t, X_{t+1}, Y_{t+1}) = \frac{D_{t+1}^0(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_{t+1}^0(X_t, Y_t)} \quad (5)$$

3.1.2. *Index Numbers Issues* e Índice de Törnqvist

O conceito do Resíduo de Solow - RS, utilizado na metodologia *Growth Accounting* - GA, aborda desde estimações da PTF em nível agregado até em nível setorial, assim como análises internas e análises internacionais. A GA mensura o componente residual do crescimento do Produto Interno Bruto - PIB, não explicado pelo crescimento dos insumos de produção. O resíduo de Solow pode ser caracterizado como:

$$SR = \dot{a} = \dot{y} - \sum_{n=1}^N \beta_n \dot{x}_n \quad (7)$$

Onde \dot{a} é a PTF, ou taxa de crescimento e os β_n são os produtos marginais sociais dos *inputs*.

O conceito dos números-índice, é subjacente ao exposto no RS. A medida de eficiência utilizada, que aborda pela ótica determinística, calcula a PTF através dos preços e das quantidades dos produtos. Índices bastante utilizados pela academia, como os de Laspeyres, de Paasche e de Fisher são exemplos. Outro exemplo é o índice de Törnqvist, recorrentemente usado pela literatura nacional, para análises da PTF agropecuária.

A equação de tempo contínuo é exata e isso pode trazer um problema, uma vez que os dados para estimar um RS estão em tempo discreto. Para evitar tais enviesamentos, foi preciso encontrar alternativas que aproximassem o modelo em tempo discreto. Isso pôde ser realizado através do uso das participações dos fatores atuais e defasados, e da utilização dos índices em log. Considerando a equação (7), assumida como uma economia de competição perfeita e retornos constantes de escala, temos:

$$SR = \dot{a} = \dot{y} - \sum_{n=1}^N s_n \dot{x}_n \quad (8)$$

Substituindo s_n por médias das participações de fatores atuais e defasados $(s_{n,t} + s_{n,t-1})/$

2. Assim, temos:

$$\dot{a} = \dot{y} - \sum_{n=1}^N \left(\frac{s_{n,t} + s_{n,t-1}}{2} \right) \dot{x}_n - \sum_{n=1}^N \left(\frac{s_{n,t}(1 - \beta_{n,t}) + s_{n,t-1}\beta_{n,t-1}}{2} \right) \dot{x}_n \quad (9)$$

Como o índice de Malmquist, temos no índice de Törnqvist um número índice também, se diferindo do primeiro por não ser abordado na fronteira. O índice de Malmquist visto no item 3.1.1 é precisamente igual à diferença entre um índice de *output* Törnqvist e o índice de *input* correspondente, com um fator de escala que leva em consideração os retornos não constantes de escala. Utilizando de micro dados, a mesma expressão em (9) são utilizadas na literatura, contudo com modificações dos sobrescritos e disso, temos:

$$a_{it} - \bar{a}_t = (y - \bar{y}_t) - \sum_{n=1}^N \left(\frac{s_{it} + \bar{s}_t}{2} \right) (x_{n,it} - \bar{x}_{n,t}) \quad (10)$$

Para tal índice, vale ressaltar, que a função da produção só é válida com exatidão se a função de produção for transformada em log e que o procedimento não é considerado pela literatura como totalmente não paramétrico, por esse motivo. Daí, temos que o índice de Törnqvist pode ser considerado uma aproximação de segunda ordem.

Del Gatto, Di Liberto e Petraglia (2010), em sua pesquisa, concluem que existem diversas metodologias que abordam diferentes estimativas de produtividade. Os critérios apresentados no trabalho, condizem para esse a estimação determinística em detrimento à econométrica e a literatura que estuda o assunto para a agropecuária se divide no uso de abordagens de fronteira e não fronteira. Ambas as metodologias, *DEA/Malmquist* e *números-índice/Törnqvist* vem sendo utilizadas em contextos macro e em contextos de dados micro. A tendência recente na análise empírica da PTF, mostra determinado afastamento de níveis agregados em direção a níveis individuais. Contudo, a análise macro ainda é bastante utilizada na literatura por ser o principal modelo comparativo entre países, por exemplo.

4. REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura é separada em dois subtópicos, de modo a organizar os estudos conduzidos para análises estrangeiras, dos estudos conduzidos para análises internas. O primeiro subtópico visa identificar e discutir alguns dos principais trabalhos internacionais que realizaram a estimação da PTF, bem como as metodologias utilizadas e seus objetivos. O segundo subtópico também identifica e discute, contudo, os principais trabalhos que analisam a PTF agropecuária no Brasil, com o último parágrafo ressaltando estudos que centraram a análise para o estado de Goiás, bem como suas diferenças de metodologias e de objetivos.

4.1. Evidências Internacionais

Trabalhos com diferentes objetivos finais, se destacam no uso da PTF como método de análise para se alcançar tais objetivos. Em Chand, P. Kumar e S. Kumar (2012), a PTF é utilizada para avaliar os retornos dos investimentos públicos na pesquisa agrícola indiana, trazendo um minucioso estudo produtivo e de produtividade entre as culturas agrícolas de 1975 a 2005. O estudo utilizou de um índice de Törqvist particular uma vez que os dados disponíveis coletados eram contínuos, foi possibilitado o uso do índice Divisia de Törqvist, que é específico para casos de dados em tempo contínuo. O cálculo dos índices de PTF, foram aplicados às principais culturas como cereais, leguminosas, sementes oleaginosas, cana-de-açúcar, algodão, dentre outras produções agrícolas indianas. De modo a avaliar os determinantes da PTF, os índices da produtividade foram regredidos contra diferentes variáveis, sendo algumas delas colocadas no estudo como RES_STOK (estoque de investimento em pesquisa por Ha de área de cultivo), e outras como EXT_STOK (estoque de investimento em extensão por Ha de área de cultivo), que explicariam os retornos dos investimentos públicos na pesquisa agrícola da Índia. A conclusão na qual chegaram foi de que os investimentos feitos em pesquisa agrícola no país, iniciadas com o surgimento da revolução verde em meados da década 1970, tiveram alto retorno, portanto, com algumas diferenças entre os estados, entre as culturas e entre os períodos até 2005.

Chen et al. (2008), trouxeram em seu estudo um painel de dados para 29 províncias chinesas com o objetivo de analisar o crescimento da produtividade agrícola da China, usando do índice de Malmquist para comparar a produtividade das províncias em cima da PTF de cada uma delas. O crescimento da produtividade agrícola chinesa, se faz um tema

importante uma vez que no ano do estudo, o país tinha um quarto da população mundial e apenas 7% das terras aráveis do mundo, dessa forma, analisar a capacidade do país em produzir alimentos eficientemente é extremamente relevante. Dada a matriz econômica industrial imposta pelo Partido Comunista da China – PCC, a taxa de crescimento anual da produção agrícola diminuiu de 8% entre 1991-1998 para 4,3% em 1998-2003. Isso num cenário de crescimento populacional e rápido desenvolvimento econômico.

Como dito, o índice utilizado no cálculo da PTF no trabalho de Chen et. al. (2008) foi o de Malmquist, que aplica a abordagem de análise *DEA*. A popularidade desse índice cresce por se basear apenas em informações quantitativas das produções, não exigindo informações sobre preços e não fazendo suposições comportamentais preestabelecidas. Além disso a decomposição do índice MALM, facilita a comparação multilateral auxiliando na explicação e caracterização das diferenças e semelhanças dos padrões de crescimento entre diferentes regiões, lançando luz ao entendimento do estágio tecnológico da economia estudada, se está estagnada ao longo do tempo ou se foi utilizada em todo seu potencial. Os resultados, indicaram que a PTF chinesa cresceu à taxa de 1,5% ao ano durante todo o período analisado, sendo a principal fonte de crescimento o progresso técnico. Além disso, há grande disparidade entre a produtividade das províncias. Shangai teve a maior produtividade do período, com um índice acumulado de mais de 3.900, enquanto a menor produtividade foi a da província de Guizhou, que teve índice acumulado de MALM de aproximadamente 500. Os índices das províncias intermediárias em termos de produtividade, ficaram em um intervalo entre 650 e 1300.

Em estudo para o continente africano, Lusigi e Thirtle (1997) utilizaram também de índices de Malmquist para comparar a PTF de 47 países da África entre 1961-91, de modo a avaliar os efeitos da P&D na agricultura africana. O problema africano que fez pertinente o estudo, foi a crise agrária passada pelo continente à época, marcada pela queda da produção de alimentos *per capita* e o aumento da importação de cereais. O que se viu no estudo foi uma média de crescimento da PTF de 1,27%, mais alta que o esperado, dado o panorama pessimista vindo da literatura que explorou o estudo da produtividade agrícola africana até então. O índice de PTF estimado de MALM, se decompõe em progresso técnico, que cresceu a uma média anual de 0,9%, e em mudança de eficiência, que aumentou em média 1,15% ao ano.

Um dos maiores estudos em abrangência foi o de Coelli e Rao (2005), que examina os níveis e tendências da produção agrícola e da produtividade em 93 países, entre 1980-

2000. Sendo os países estudados, desenvolvidos e em desenvolvimento, o estudo representa grande parte da população mundial e da produção agrícola. A análise utiliza de um *DEA* para derivar os índices de produtividade de Malmquist, justificado pelos autores pela indisponibilidade de dados confiáveis sobre o preço dos insumos. Os resultados mostraram crescimento anual da PTF de 2,1%, com a mudança/recuperação de eficiência contribuindo com 09% ao ano e mudança técnica/de fronteira contribuindo com os outros 1,2%. Desse trabalho não há evidências claras de regressão tecnológica, como trazia alguns artigos citados em Coelli e Rao (2005), entre 1961-1985. Mudanças do período amostral e um grupo maior de nações analisadas, nesse estudo, podem ser alguns dos motivos das diferenças evidenciadas.

Mais recentemente, a aplicação da PTF na análise da agricultura e da pecuária também é utilizada. Shabbir e Yaqoob (2019), trouxeram um estudo de avaliação do impacto do avanço tecnológico sobre a PTF da produção de um produto agrícola em específico, o algodão. Além disso, a análise objetivou comparar as performances de duas nações, os vizinhos Paquistão e Índia. O estudo utiliza o índice e Törnqvist-Theil, para investigar se a razão da diminuição do Paquistão no mercado internacional de algodão em relação à Índia, se deu por conta da produtividade ou pela área colhida, e avaliou qual país tem incorporado da melhor forma os insumos naturais e tecnológicos. Outro estudo recente, o de BARÁTH et al. (2019), trouxe a PTF como apoio a temas da agricultura com relevância crescente nos últimos anos. A ideia, foi estimar o efeito de subsídios agroambientais no desempenho de fazendas eslovenas em áreas menos favorecidas, abordando de maneira mais abrangente do que somente os índices de eficiência técnica e trazendo diferentes tipos de subsídios para a questão. O estudo concluiu que não há efeito significativo dos subsídios sobre a PTF e nem sobre qualquer de seus componentes.

Na mesma linha do último trabalho citado, Baležentis et al. (2020), traz uma análise ambiental em cima da evolução da PTF do setor agrícola da Europa. O mesmo, cita o trabalho já citado aqui, de Coelli e Rao (2005), pelo uso de uma metodologia não-paramétrica na estimação da produtividade, utilizando do mesmo método, que considera a distância entre funções para o cálculo da PTF, como visto anteriormente. Ainda mais contemporâneo, e como observação de uma pequena amostra de estudos na área, que abordam a análise de um âmbito regional, Conradie et al. (2021) atualizam os estudos realizados por Conradie et al. (2009a, b), de modo a incluir onze distritos da província do

Cabo do Norte, formando o distrito de Karoo na África do Sul. Os autores utilizaram nesse caso, o índice de Törnqvist-Theil.

Estudos conduzidos com o cerne vinculado a produtividade, é realidade também em outros setores da economia. Giang et al. (2019), estudaram a PTF de empresas agrícolas no Vietnã, bem como seus determinantes relevantes. Embora, a análise tenha focado na indústria, o estudo se interliga com a produção agrícola, através da análise à jusante de produtos colhidos em território vietnamita e com valor agregado pela atividade industrial ainda dentro do país. Ainda que tenha trazido a produção que de forma prática é industrial, a análise trouxe conclusões interessantes no que tange o agronegócio do país. Quanto a metodologia utilizada, a abordagem escolhida foi a paramétrica através de uma função produção do tipo Cobb-Douglas, bastante utilizada em casos de produção industrial.

O que pôde ser observado nos estudos conduzidos na literatura internacional foi uma prevalência do uso do índice de Malmquist para calcular a PTF, com alguns estudos também utilizando do índice de Törnqvist, e em casos isolados, quando a análise necessitou do uso de um índice de Törnqvist com dados em período contínuo, usou-se o índice de Törnqvist-Theil. É evidente também na literatura internacional, o uso desses índices específicos de PTF, para a comparação do desempenho da produtividade agropecuária de países, províncias, distritos etc.

4.2. Evidências Nacionais

Como visto no item anterior, a PTF é utilizada pela literatura internacional e debruça sobre diversas análises onde índices e metodologias servem como suporte ou até mesmo como cerne para a discussão. Na literatura nacional não é diferente, estudos que trazem relevância à temática agropecuária, utilizam há um tempo da PTF. Destaque será dado aos estudos de José Garcia Gasques, que em algumas vezes, estimou em seus trabalhos a Produtividade Total dos Fatores, com diferentes finalidades.

Em Gasques et al. (2010), os autores buscaram com as novas informações disponibilizadas, atualizar e aperfeiçoar o estudo sobre a PTF feita em Gasques e Conceição (2000). O estudo embrionário, feito no ano de 2000, buscara analisar as transformações estruturais através das principais mudanças referentes à PTF. Nos trabalhos citados, usou-se o índice de Törnqvist para a obtenção da PTF, sendo explicitado em ambos que tal índice é uma aproximação discreta do índice de Divisia, se mostrando ideal para analisar variáveis econômicas, pois são apresentadas de forma discreta e não contínua. O trabalho chama a

atenção, pelo grau de abrangência e análise também comparativa, uma vez que são estimadas além da PTF brasileira, as PTF's das vinte e sete UF's. Trazendo análise final apenas de Gasques et al. (2010), pois ele continua o trabalho de Gasques e Conceição (2000), a agricultura tem crescido de maneira continuada no caso brasileiro, uma vez que entre 1970 e 2006 a PTF não apresenta queda. Além disso, entre o mesmo período, pôde-se observar que o aumento do produto agropecuário se deu em 65% pelo aumento da produtividade, e em 35% pelo aumento da quantidade de insumos.

Gasques et al. (2020), atualizaram os estudos feitos em Gaques e Conceição (2000), e de Gasques et al. (2010) introduzindo o Censo de 2017. A metodologia utilizada é a mesma dos trabalhos anteriores, traz as taxas de crescimento das PTF's para cada UF, e abrange a análise calculando os índices de mudança estrutural e de diversificação para cada estado. De modo geral, para o Brasil, o estudo aponta resultados que mostram transformações surpreendentes entre 2006 e 2017. Crescimentos das produtividades de mão-de-obra, terra e do capital, proporcionaram crescimento da PTF agropecuária num nível superior à média mundial.

Gasques et al. (2022), calcularam e analisaram a PTF no Brasil entre 1975 e 2020, comparando o resultado com dados organizados e disponibilizados pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (*United States Department of Agriculture – USDA*), que realizou estudo da PTF para grupo de 187 países. Através do cálculo da PTF, que aqui foi obtida por um índice de Törnqvist-Theil, o Brasil teve impressionantes 3,2% de crescimento da PTF ao ano, entre 2000-2019, enquanto o mesmo indicador mundial ficou em torno de 1,7%. O crescimento é o maior entre os países, seguido da Índia com crescimento anual de 2,93%. Outros *players* importantes, como o Estados Unidos e Austrália por exemplo, cresceram a 0,50% e 0,47% ao ano respectivamente, no mesmo período.

Mendes (2010) relacionou a PTF com o crescimento econômico na agropecuária brasileira. O objetivo foi determinar as taxas de crescimento da PTF agropecuária para o Brasil e seus estados, entre 1970-2006. O índice utilizado na estimação da PTF também foi o de Törnqvist. Complementarmente, utilizou-se de um modelo de dados em painel, e do Método de Momentos Generalizados – MMG, para estimar o impacto que variáveis como a infraestrutura, a educação e o crédito por exemplo, têm sobre a própria PTF. Resultados interessantes foram obtidos, como o crescimento da PTF agropecuária brasileira de 2,2% a.a entre 1970-2006, com destaque entre a distância do crescimento médio anual entre a pior

performance e a melhor, -0,03% e 7,24%, para o Acre e para o Mato Grosso respectivamente, e os impactos positivos das variáveis citadas acima, sobre o crescimento da PTF.

Fornazier e Vieira Filho (2013), utilizaram dos índices calculados da PTF do trabalho de Gasques et al. (2010) para o Brasil, e da *USDA* para os Estados Unidos, buscando comparar a heterogeneidade estrutural (HE) entre os setores agropecuários dos países, usando o comportamento da lacuna entre as PTFs no decorrer do tempo. Notou-se que a lacuna vem apresentando redução, contudo a evolução da agropecuária entre os dois países se dá em períodos distintos, e ainda foi detectada presença considerável de heterogeneidade estrutural na agropecuária brasileira.

Por sua vez, Brigatte e Teixeira (2011) buscaram explicar os determinantes de longo prazo para o crescimento observados no PIB e na PTF agropecuários nacionais, com intervalo de estudo entre 1974-2005. Alguns fatores são colocados em hipótese como determinantes do crescimento econômico e da produtividade agropecuária, sendo eles: investimentos em infraestrutura de transportes, energia elétrica, pesquisa, irrigação e armazenagem agrícolas, crédito rural e educação. A metodologia nesse estudo, se difere da maioria vista até aqui, uma vez que os autores renunciam à metodologia determinística lançando uso da metodologia econométrica, baseada no artigo pioneiro de Solow (1957), que desenvolve uma espécie de contabilidade do crescimento, medido a partir de uma função de produção do tipo Cobb-Douglas. A estimação é dada por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Além disso, utilizaram ainda de outro recurso econométrico na investigação da relação de longo prazo entre as variáveis anteriormente citadas com o PIB e a PTF. Tal recurso é um conceito estudado dentro do âmbito de séries temporais, a cointegração. O resultado tratando aqui exclusivamente da PTF, mostra uma taxa de crescimento do índice de 2,53% entre 1980 e 1989, contra 0,47% no período inteiro. Excetuados investimentos em ferrovias e irrigação, todos os demais determinantes de infraestrutura, teriam relação de longo prazo com a PTF agropecuária. Impactos positivos na pesquisa agrícola, nos investimentos em energia elétrica, rodovias e portos, também foram vistos nos testes de cointegração.

Mais recentemente, assim como no âmbito internacional, no Brasil, o tema da produtividade na agropecuária ainda gera elementos para estudos e análises. Com enfoque não necessariamente nos índices da PTF, mas no crescimento dela, Lázari e Magalhães (2019), utilizaram do banco de dados também usados aqui nesse estudo. No caso citado, a análise se dá no censo de 1985 até o de 2006. Para medir o crescimento da PTF rural para a

região sudeste do Brasil, decompôs-se em mudança tecnológica e eficiência técnica o índice principal, sendo que os índices secundários são advindos de uma metodologia de fronteira estocástica de produção. Houve nesse caso, uma particularidade interessante, dado que a conjectura analisada levou em consideração o tamanho dos estabelecimentos rurais, foi identificado um crescimento heterogêneo da PTF, com maior crescimento para as maiores áreas em relação às menores.

Dados os contextos em que a Produtividade Total dos Fatores geralmente é utilizada para mensurar a produtividade na agropecuária, o agregado regional analisado em sua grande maioria traz estudos e comparações de regiões maiores, como países e estados/províncias. A literatura até então, não se atém com tanta recorrência de modo a trazer análises em que a PTF serviu como *proxy* de produtividade para micro e mesorregiões (no caso do Brasil), e nem para municípios ou configurações mais regionalmente individualizadas. Exceção feita, é o estudo de (Hybner et al., 2020), onde buscaram estimar a PTF da agropecuária nas microrregiões do Sul brasileiro no período entre 2006-2017, verificando a existência de um processo de convergência das taxas de crescimento. Nele, o cálculo do indicador de desempenho se deu através do *DEA*-Malmquist, decompondo a taxa de crescimento da PTF nos índices de mudança de eficiência técnica (EFC) e mudança tecnológica (TEC). Para avaliar a convergência, as equações foram estimadas por técnica de econometria espacial, mais especificamente o modelo de erro autorregressivo espacial (SEM). Os resultados trouxeram que os ganhos de produtividade agropecuária nas microrregiões do Sul do país, foram dirigidos mais pelo TEC do que pelo EFF. Ou seja, a agregação de novas tecnologias à agropecuária, fornecem maiores ganhos de produtividade que a combinação dos insumos. Além disso, os modelos SEM corroboraram para a hipótese de que há uma tendência para a equalização das taxas de crescimento da produtividade das microrregiões da região Sul brasileira.

Estudos específicos para Goiás também foram conduzidos, trazendo a produtividade como tema central da discussão. Pereira (1995), realiza a análise da produção e da produtividade em Goiás, tanto do ponto de vista quantitativo, como qualitativo. Embora tenha citado o uso recorrente na literatura, de métodos pautados na PTF, encontrou-se ali, pertinência em analisar as produtividades de forma parcial, de modo a identificar as diferenças entre cada microrregião, e através de um modelo econométrico aplicada a uma meta função de produção Cobb-Douglas, tornou-se viável a análise da elasticidade parcial dos insumos. Souza e Milagres (2014), empenharam esforços na construção da PTF para

culturas agrícolas no estado de Goiás. Entre 1970 e 2006, utilizaram do índice *DEA-Malmquist* para estimar as produtividades da soja, do milho e da cana-de-açúcar. A pesquisa traz um índice também não paramétrico na construção da PTF, utilizando dados dos Censos Agropecuários voltado para o estudo em Goiás e expandindo a análise para suas microrregiões, mas com três produções agrícolas isoladas, ao invés de abordar o todo agropecuário.

Fica evidente que para a literatura nacional, a metodologia de Törnqvist é a mais utilizada no cálculo da PTF agropecuária. A motivação é encontrada na divulgação em tempo discreto e sem padrão temporal dos Censos Agropecuários. O primeiro Censo realizado, contemplou somente a agricultura em 1920, teve vinte anos até o segundo em 1940, e aconteceu decenalmente entre 1940 e 1970, ano em que o Censo não tangenciou somente a agricultura e se tornou de fato agropecuário. De 1970 a 1985 o Censo foi feito de cinco em cinco anos com base no ano civil, e dez anos depois, em 1995/96, a base foi o ano-safra. Dali em diante, a base volta a ser o ano civil, contudo o período de diferença entre um censo e outro é de onze anos ao invés de dez. Com diversos estudos que calcularam a PTF para o Brasil e para os estados do país, José Garcia Gasques utiliza dos Censos Agropecuários a partir de 1970, iniciando do trabalho pioneiro de Gasques e Conceição (2000) que contemplava os censos até o último divulgado à época, o de 1995/96, atualizando os cálculos com trabalhos que contemplaram os Censos seguintes de 2006 e de 2017, como: Gasques et. al (2010), Gasques et. al (2020) e Gasques et. al (2022).

Além do índice de Törnqvist, que como elucidado no parágrafo anterior é a principal escolha da literatura nacional que estuda a produtividade agropecuária, dada a conjuntura dos dados para o país, o índice de Malmquist tem um espaço a ser destacado na mesma literatura. Quando o período analisado é menor e/ou as culturas estudadas são da agricultura, o uso de dados da PAM contempla análises para a produtividade da agricultura brasileira. No caso da produção pecuária, os dados da PPM não trazem a quantidade de animais vendidos e abatidos, o que impossibilita o cálculo da produtividade dessas produções, para períodos contínuos. Ambos os métodos, de Törnqvist e de Malmquist, foram usadas no caso brasileiro para comparações de performance da produtividade entre estados, regiões e microrregiões.

5. METODOLOGIA

Neste capítulo, é apresentada a metodologia empregada para se atingir os objetivos propostos na pesquisa. Inicialmente, serão apresentados os procedimentos utilizados nos cálculos do índice de Törnqvist, índices esses que já foram calculados de maneira resumida e comporão na seção 6, alguns dos resultados. Além disso, trará a metodologia comumente utilizada na literatura que trata da agropecuária, e utilizam de dados contínuos, como o índice de Divisia adaptado para Törnqvist.

5.1. Índice de Törnqvist

É sabido que a taxa de variação da PTF capta a alteração da produção não proveniente de modificação dos insumos. Geralmente, a definição geral usada e aceita pela literatura, em sua intuição mais simplória é definida pela razão entre medidas de volume do produto e do insumo. Tal definição é trazida por Oskam (1991) em uma formulação matemática geral, que define a PTF no resultado da razão entre produtos Y e insumos X:

$$\text{Produtividade} = \frac{f(Y_1, \dots, Y_m)}{g(X_1, \dots, Y_n)} \quad (11)$$

Dada a forma mais geral, o índice de Törnqvist é atribuído a Leo Törnqvist, em seu trabalho pioneiro para o Banco da Finlândia no ano de 1936. O objetivo, era calcular um índice de preços de consumo capaz de ilustrar o movimento do preço para todos os bens consumidos no país. Uma das maneiras de calcular a PTF é obter a razão das taxas de crescimento do produto e dos insumos. Assim, o índice de Törnqvist é definido, segundo Gasques e Conceição (2000):

$$\frac{PTF_t}{PTF_{t-1}} = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{Y_{it}}{Y_{it-1}} \right]^{\frac{S_{it}+S_{it-1}}{2}}}{\sum_{j=1}^m \left[\frac{X_{jt}}{X_{jt-1}} \right]^{\frac{C_{jt}+C_{jt-1}}{2}}}, \quad (12)$$

Um índice de preços de Törnqvist/Törnqvist-Theil é a média geométrica ponderada dos preços relativos usando médias aritméticas das ações de valor nos dois períodos como pesos. Praticamente, esses índices são frequentemente calculados usando uma equação resultante da aplicação de logs de ambos os lados. Após aplicar o logaritmo na equação (12), a expressão geral do índice de, é dada por:

$$\ln\left(\frac{PTF_t}{PTF_{t-1}}\right) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (S_{it} + S_{it-1}) \ln\left(\frac{Y_{it}}{Y_{it-1}}\right) - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n (C_{jt} + C_{jt-1}) \ln\left(\frac{X_{jt}}{X_{jt-1}}\right) \quad (13)$$

Nessa expressão Y_i e X_j correspondem, respectivamente, às quantidades dos produtos e dos insumos, enquanto S_i e C_j são, respectivamente, as participações do produto i no valor total da produção e do insumo j no custo total da produção. Após o sinal de igualdade da equação e anteriormente ao sinal negativo temos o correspondente ao índice agregado do produto e, posteriormente ao sinal negativo, temos o correspondente ao índice agregado do insumo.

Ao calcular a PTF_t , ou os índices agregados separadamente no instante t , em relação a PTF_{t-1} e os mesmos índices no instante $t-1$, calcula-se o exponencial da expressão (13). Feito isso, a PTF e os respectivos índices serão obtidos para cada período considerando a data-base como 100 e encadeando os períodos subsequentes por meio da seguinte fórmula:

$$\begin{aligned} Y_t^e &= Y_t \cdot Y_{t-1}^e \\ Y_{t+1}^e &= Y_{t+1} \cdot Y_t^e \\ Y_{t+2}^e &= Y_{t+2} \cdot Y_{t+1}^e, \text{ e assim sucessivamente.} \end{aligned}$$

Os valores sem o sobrescrito e correspondem ao índice antes do encadeamento, sendo os valores com o sobrescrito e os índices encadeados. Dado isso, a PTF e os índices agregados são calculados em relação ao período imediatamente anterior e não em relação a um único ano-base. Dessa forma, a PTF pode ser dada a partir da expressão (13) ou através da razão entre os índices agregados do produto e do insumo.

5.2. Banco de Dados

Foram usados os dados referentes às produções de todas as lavouras temporárias, todas as lavouras permanentes, da horticultura, da extração vegetal e da silvicultura, conforme segue o Quadro 2, que é composto pelos produtos agrícolas utilizados no cálculo do índice do produto nesse estudo, que em pelo menos um dos censos agropecuários entre 1970-2017, tiveram registro de quantidade produzida e valor vendido.

Quadro 2- Lista de Produtos da Agricultura no cálculo do Índice do Produto

Extração Vegetal	Horticultura	Lavouras Permanentes	Lavouras Temporárias	Silvicultura
Açaí	Abobrinha	Abacate	Abacaxi	Árvores em pé
Andiroba	Açafrão	Acerola	Açaí	Bambu
Araticum	Acelga	Ameixa	Abóbora	Carvão vegetal
Babaçu	Agrião	Amora	Alfafa forrageira	Estacas
Bacuri	Aipo/salsão	Banana	Algodão	Lenha
Baru	Alcachofra	Cacau	Alho	Madeira
Borracha	Alecrim	Café	Amendoim	Moirões de madeira
Buriti	Alface	Cajú	Arroz	Palanques
Cacau	Alho-porró	Caqui	Aveia	Postes
Cagaita	Almeirão	Carambola	Batata-inglesa	Vigas
Cajá- manga/cajarana	Aspargo	Codo-da-baía	Borracha	
Carvão vegetal	Brócolis	Figo	Cana forrageira	
Ceringuela	Batata- baroa/mandioquinha	Fruta-do-conde	Cana-de-Açúcar	
Cupuaçu	Batata-doce	Goiaba	Capim-elefante- napier	
Dormentes	Berinjela	Graviola	Cebola	
Mamona	Bertalha	Jabuticaba	Ervilha em grão	
Mangaba	Beterraba	Jaca	Fava	
Marmelo	Boldo	Jambo	Feijão	
Murici	Bucha/esponja vegetal	Jamelão	FORAGEIRAS-CAPINS, leguminosas e para corte	
Palmito	Camomila	Jenipapo	Fumo	
Pequi	Canela	Kiwi	Gergelim	
	Cará	Laranja	Girassol - Semente	
	Caruru	Lichia	Guando	
	Cebolinha	Lima	Mandioca	
	Cenoura	Limão	Melancia	
	Cheiro-verde	Maçadama	Melão	
	Chicória	Mamão	Milho em grão	
	Chuchu	Manga	Milho forrageiro	
	Coentro	Maracujá	Palma forrageira	
	Cogumelos	Mudas	Sementes	
	Couve	Nêspera	Soja	
	Couve-flor	Palmito	Sorgo	
	Erva-doce	Pêra	Sorgo forrageiro	

(Continua)

(Continuação)

Extração Vegetal	Horticultura	Lavouras Permanentes	Lavouras Temporárias	Silvicultura
	Ervilha (vagem)	Pêssego	Sorgo vassoura	
	Espinafre	Pimenta-do-reino	Tomate	
	Gengibre	Pitaia	Trigo	
	Hortelã	Sidra		
	Inhame	Tamarindo		
	Jiló	Tangerina		
	Milho em espiga/verde	Urucum - semente		
	Manjeriçã	Uva		
	Manjerona			
	Maxixe			
	Morango			
	Mostarda			
	Nabo			
	Orégano			
	Pepino			
	Pimentão			
	Quiabo			
	Rabanete			
	Repolho			
	Rúcula			
	Salsa			
	Taioba			
	Vagem			

Fonte: Censo Agropecuário do IBGE: 1970-2017

Como o índice de Törnqvist é calculado baseado nas quantidades e nas participações dos valores das vendas dos produtos, não se fez necessário, corrigir monetariamente os dados referentes as vendas dos produtos agrícolas, bem como dos produtos pecuários, que se encontram no quadro III. Os produtos pecuários, são apresentados pelo nº de cabeças vendidas e pelo nº de cabeças abatidas para os casos de rebanhos cuja proteína da carne animal é costumeiramente consumida como alimento, e somente no nº de cabeças vendidas nos casos em que não. Em pelo menos um dos censos agropecuários entre 1970-2017, houve registro de quantidade produzida e valor vendido dos produtos pecuários no Quadro 3.

Quadro 3 - Lista de Produtos da Pecuária no cálculo do Índice do Produto

Produto	Unidade
Asininos	nº de vendidos
Aves (galináceos e outras aves)	nº de abatidos e vendidos
Bovinos	nº de abatidos e vendidos
Bubalinos	nº de abatidos e vendidos
Camarões	toneladas
Caprinos	nº de abatidos e vendidos
Casúlos de bicho-da-seda	kg
Cera	kg
Coelhos	nº de abatidos e vendidos
Equinos	nº de vendidos
Lã	toneladas
Leite (de vaca, de cabra, de búfala e de ovelha)	mil litros
Mel	kg
Muare	nº de vendidos
Ovinos	nº de abatidos e vendidos
Ovos (de galinha, de codorna e de outras aves)	mil dúzias
Peixes	toneladas
Rãs	toneladas
Suíños	nº de abatidos e vendidos

Fonte: Censo Agropecuário do IBGE: 1970-2017

Os insumos que fizeram parte do cômputo do índice do insumo, foram os dispostos no Quadro 4. Basicamente, os insumos utilizados foram os mesmos que Gasques e Conceição (2000) usaram para o cálculo da PTF em estudo pioneiro para o Brasil e suas UF's, com a diferença aqui, do uso dos combustíveis líquidos como um insumo só ao invés de separados, uma vez que alguns desses combustíveis tiveram observações apontadas apenas nos primeiros censos agropecuários.

Quadro 4 - Lista de fatores/*inputs* no cálculo do Índice do Insumo

Fatores/<i>inputs</i>	Quantidade
Terra	Hectares
Pessoal Ocupado (familiar e assalariado)	nº de pessoas
Máquinas	unidades
Agrotóxicos	toneladas
Adubos e corretivos	toneladas
Lenha	mil m ³
Combustíveis Líquidos (Querosene, Óleo Diesel, Gasolina, Álcool, Óleo Combustível)	mil litros
Energia Elétrica	KWh

Fonte: Gasques e Conceição (2000) apud. IBGE – Censo Agropecuário

O insumo terra, compreendeu a toda extensão utilizada para: lavouras permanentes, lavouras temporárias, pastagens naturais e pastagens plantadas. Assim como foi feito em Gasques e Conceição (2000), dada a distorção percebida nos dados do preço por hectare onde a quantidade de terras arrendadas era superior à terra usada no processo produtivo em alguns anos dos Censos, optou-se por utilizar então a base do Centro de Economia Aplicada – Fundação Getúlio Vargas (CEA-FGV), que apresentou os preços médios de arrendamentos de terras de lavouras e de pastagens. Dessa forma, a remuneração às terras foi obtida pela multiplicação dos preços médios de arrendamentos de lavouras e pastagens pelas respectivas áreas utilizadas. Assim, não somente os valores pagos pelo arrendamento são considerados, mas também o custo de oportunidade do produtor que possui a terra e ele próprio produz na mesma, ao invés de arrendá-la.

Em relação ao insumo da mão-de-obra, foi utilizado o total do pessoal ocupado, tanto os remunerados como os Responsáveis e Membros não Remunerados da Família (RMNRF). No total então, além dos RMNRF, existem: os empregados permanentes, os temporários, os parceiros, os em regime de empreitada e os classificados em outras condições. O valor gasto com mão-de-obra foi obtido dividindo os gastos com salário do pessoal ocupado pelo total de trabalhadores remunerados. O salário médio obtido, foi então multiplicado pelo pessoal

total da agricultura, incluindo os RMNRF, de modo a contabilizar o custo de oportunidade da força de trabalho dos indivíduos que trabalharam em seu próprio negócio agropecuário.

Para as máquinas foram utilizados os dados sobre a quantidade de tratores nos Censos Agropecuários. Os dados referentes ao custo dos tratores foram vinculados ao valor do estoque de tratores, que na despesa apresentada por (Gasques & Conceição, 2000) foram extraídas de (Barros, 1999), uma vez que tais dados calculam o valor da frota de tratores descontando a depreciação deles em taxas distintas. A taxa de depreciação utilizada aqui, foi a de 7%, assim como em Gasques e Conceição (2000).

Para a quantidade de fertilizantes foram utilizados os dados de consumo nacional da Associação Nacional para Difusão de Adubos - ANDA, disponibilizados pela *International Plant Nutrition Institute - IPNI/Brasil*, sendo o consumo para Goiás e para as mesorregiões de Goiás, medidos a partir da participação do valor total agrícola em relação ao Brasil, similarmente ao que (Gasques & Conceição, 2000) mensuram para os estados brasileiros. Os dados de despesa com eles foram obtidos nos Censos Agropecuários. Para a quantidade de agrotóxicos usaram-se os dados de consumo nacional disponibilizados pelo Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal - SINDIVEG através dos trabalhos de (Porto & Soares, 2012) e (Alves Filho, 2002), sendo o consumo medido de forma análoga ao informado para os fertilizantes, isso até o Censo de 2006. Para o Censo de 2017, o dado usado para a quantidade foi a vendida no Brasil para o ano, segundo disponibilidade do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

Os dados referentes a energia elétrica correspondem à comprada em MWh. As dos censos de 1970, 1975 e 1980 foram recolhidos dos próprios Censos Agropecuários. Os censos posteriores não disponibilizaram o consumo, sendo esses coletados para o estado de Goiás do Anuário Estatístico de Energia Elétrica feita pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE para 2006 e 2017, e pela Secretaria de Gestão e Planejamento – SEGPLAN/GO para 1985, 1990, 1995/96. Sendo os dados coletados para todo o estado, estimou-se o resultado de consumo nas propriedades rurais para a Mesorregião a partir da ponderação percentual do número de informantes de cada mesorregião em relação ao total de informantes rurais de Goiás.

Para os combustíveis líquidos, foram utilizados o total em mil litros, sendo os dados dos anos de 1970, 1975, 1980 e 2006 obtidas diretamente dos respectivos Censos Agropecuários, o de 1995/96 para as mesorregiões, foram ponderadas pela participação da porcentagem dos informantes de cada mesorregião no total de uso no estado de Goiás. Já em

2017, devido à não disponibilidade de consumo de combustíveis no Censo Agropecuário, usou-se os dados disponibilizados pelo Balanço Energético do estado de Goiás - BEGO recolhidas por informações da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP que traz a quantidade vendida para o estado, para os segmentos da agricultura e extração em conjunto. O cálculo feito para a mesorregião, foi a ponderação pela porcentagem de tratores nas mesorregiões em relação ao estado como um todo.

Diferente do caso dos produtos, onde os valores monetários foram utilizados na moeda corrente do ano de cada Censo Agropecuário, no caso dos custos com insumos, como houve o uso de base para os custos com arrendamentos de terra em fonte do CEA-FGV, com correção monetária para o mês de 12/2014, de modo a facilitar os cálculos da participação de cada insumo nos custos totais, optou-se por corrigir todos os valores referentes aos gastos com insumos na agropecuária para a base monetária do último censo agropecuário, no mês 12/2017.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. PTF, Índices do Produto e do Insumo: Goiás

Na tabela 6, são apresentados os valores dos índices agregados do insumo e do produto, bem como a PTF do estado de Goiás. Os resultados da PTF até o ano de 1985, se assemelha com os resultados dos trabalhos de Gasques et al. (2011), Gasques e Conceição (2000) e Mendes (2010). Em 1985, o presente trabalho apresentou PTF de 167, que foi menor comparando-o com os resultados de Gasques et al. (2011) que teve índice da PTF igual a 204, Gasques (2000) que teve índice de 204 também, e Mendes (2010), cujo índice da PTF correspondeu a 198. Em comparação com os trabalhos acima citados, a partir do ano censitário de 1985, o índice agregado do insumo aqui é superior a eles. As diferenças, podem estar no uso da base monetária no custo com insumos, uma vez que no Censo de 1985, a coleta foi feita com questionários para a moeda corrente do ano, o Cruzeiro, e publicadas em 1991 com o padrão monetário do ano de 1986, o Cruzado. Além disso, não se tem a informação nos trabalhos referenciados, de qual base foi utilizada para o gasto com arrendamento de terras, uma vez que os trabalhos analisaram o Brasil e suas Unidades da Federação, há a possibilidade de o preço médio nacional, que no período observado, é menor que o preço para o estado de Goiás, ter sido utilizado por eles.

A partir de 1985, comparando o índice da PTF de Gasques e Conceição (2000) e de Gasques et al. (2011), com o presente trabalho, em 1995 ainda há uma diferença de magnitude similar que a observada em 1985. Tal diferença, é compreendida no fato do valor da PTF ser encadeado com base no índice do período anterior. Em 2006, o que se observou no resultado da PTF desse estudo, foi um valor superior ao de Gasques et al. (2011), que foi de 287, e inferior ao de Mendes (2010), com índice de 440. Ambos os trabalhos citados nesse parágrafo, foram publicados antes de 2012, quando o IBGE publicou a segunda apuração do Censo de 2006, sendo assim, os resultados diferentes podem se relacionar com o uso aqui, da base em segunda apuração, e os outros trabalhos terem usado a base em primeira apuração, publicada pelo IBGE em 2009. Para 2017, não há estudos que tragam o índice da PTF para o estado de Goiás, de forma explícita. Contudo, Gasques et al. (2020) estima os índices de PTF, de produto e de insumo, atualizando os trabalhos anteriores com o Censo Agropecuário de 2017, contudo o valor discreto dos índices é apresentado apenas para o Brasil. Para os estados, apenas as taxas de crescimento anual entre 1970-2017, e, 2006-2017, são apresentadas. A taxa de crescimento médio da PTF goiana no trabalho citado, indica um

índice de aproximadamente 423, enquanto aqui, o índice é de 469. Vale ressaltar o esclarecimento feito pelos autores que, ainda pós-2012, para o Censo de 2006, foram utilizados os dados que estavam disponíveis antes da revisão realizada pelo IBGE, mantendo assim, alinhamento com os trabalhos pregressos.

Tabela 6: Índices do Insumo, do Produto e PTF: Goiás

Anos Censitários	Índice Agregado do Insumo	Índice Agregado do Produto	PTF
1970	100	100	100
1975	130	161	123
1980	146	198	135
1985	164	273	167
1995/96	162	364	224
2006	164	537	330
2017	228	1.069	469
Taxa de cresc. entre Censos *	11,47%	43,69%	28,89%
Taxa de cresc. Anual *	1,77%	5,17%	3,34%

Fonte: Calculado através de dados do Censo Agropecuário – IBGE (1970-2017)

* Taxa Geométrica de Crescimento

Os trabalhos que trazem resultados e análises acerca da PTF calculada pelo índice de Törnqvist, apresentam as taxas de crescimento dos índices agregados e da PTF, de forma anual. Porém aqui, encontrou-se pertinência em demonstrar os dados de crescimento entre Censos também, uma vez que uma taxa anual para um resultado dado em recortes discretos, pode exibir resultados distintos, caso os dados para o cálculo da PTF fossem coletados de uma base de dados contínuos. Dada essa informação, a taxa anual de crescimento da PTF se assemelha com a do trabalho de Gasques et al. (2020), uma vez que a apresentada no citado trabalho, foi uma taxa de 3,40%, e aqui a taxa apresentada foi de 3,34%. Já em Mendes (2010), com resultados até o Censo de 2006, a taxa de crescimento da PTF de Goiás foi de 4,20%, quase 1 ponto percentual maior que o resultado visto nesse estudo, e o outro citado no parágrafo.

Como evidenciado na figura 16, a partir da década de 1970, partindo do índice-base 100, a produtividade agropecuária do estado de Goiás tem uma trajetória ascendente para o índice agregado do produto. Para o índice agregado do insumo, há uma queda do Censo de 1985 para o de 1995/96. Gasques e Conceição (2000), atribuem a queda do índice ao declínio do uso de insumos agropecuários, como um efeito das mudanças de políticas públicas de subsídios a insumos, observadas na década de 1970, e retiradas pelo governo a partir da década de 1980. A taxa geométrica de crescimento entre censos foi de aproximadamente 11,47% para o índice agregado do insumo, e de aproximadamente 43,69% para o índice agregado do produto. Dado que, há um crescimento de ambos os índices, com o índice do insumo abaixo do índice do produto, há ganhos de produtividade expressos no comportamento crescente da curva da PTF, sendo assim, há uma parcela no aumento do produto que não é explicada pelo aumento no uso dos insumos, e sim pelos ganhos de produtividade.

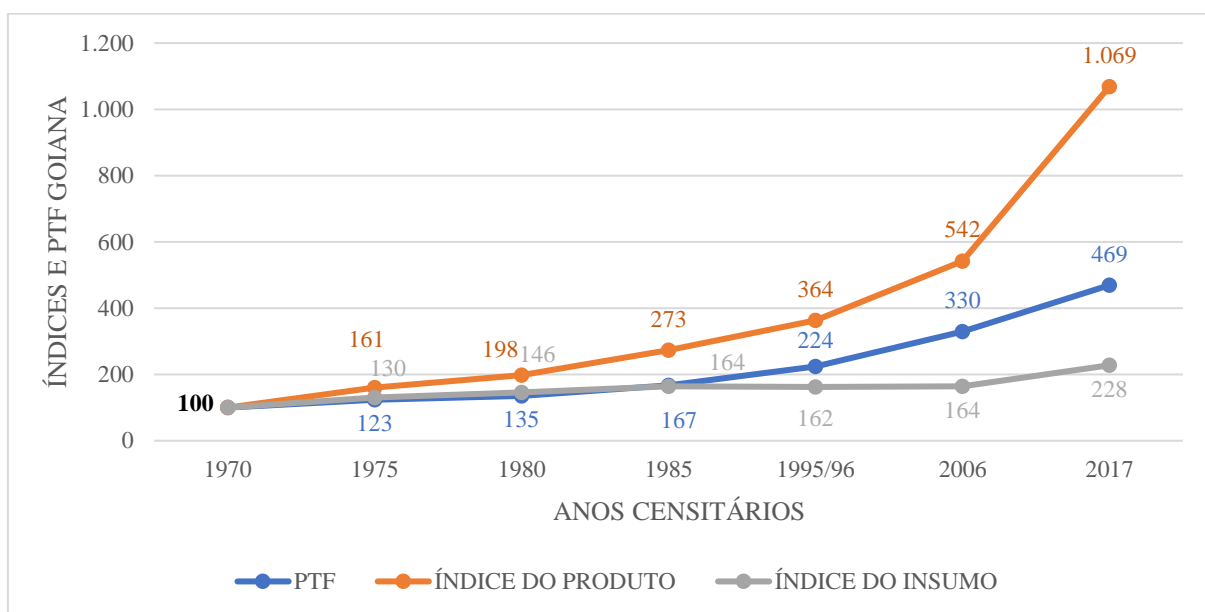


Figura 16: Índices do Produto, do Insumo e PTF Goiana

Fonte: Calculado através de dados do Censo Agropecuário – IBGE (1970-2017)

6.2. PTF, Índices do Produto e do Insumo: Mesorregiões de Goiás

Ao comparar as Mesorregiões com o estado de Goiás na figura 17, nota-se trajetória bem similar entre a curva da PTF de Goiás e a da Mesorregião Sul, ambas apresentando crescimento em termos de produtividade, durante o período analisado. A similaridade de trajetória com a curva do estado, passa também pela grande representatividade da produção

sulista no total agropecuário estadual. O coeficiente de correlação, mostra forte relação linear positiva entre o crescimento da PTF estadual e da Mesorregião do Sul Goiano, superando todos os demais coeficientes do estado em relação as outras quatro mesorregiões. A correlação entre a PTF da Mesorregião Sul e a de Goiás, apresenta coeficiente de 0,998, seguidos da Mesorregião Leste com coeficiente de correlação igual a 0,995, Mesorregião Norte com aproximadamente 0,976, Mesorregião Centro e Mesorregião Noroeste com correlações mais fracas, tendo coeficientes de respectivamente 0,964 e 0,921.

A figura 17, mostra que a Mesorregião Sul se destaca no período e chega ao final da série discreta dos censos agropecuários, como líder estadual. Com PTF de 739, ela é seguida de maneira próxima pela Mesorregião Leste, com PTF para a mesma observação, de 698. Há, contudo, para o período entre o primeiro censo em 1970, e o último em 2017, uma paridade de produtividade total dos fatores, entre as mesorregiões Sul e Leste. Embora haja um crescimento evidente a partir de 1970, das produções em escala de *commodities* internacionais como: a soja, o milho, a carne bovina, o açúcar (advindo da produção da cana), sendo que elas contribuíram para o crescimento da produtividade da Mesorregião Sul, há evidente concentração dessas produções no valor total produtivo relatado nos últimos dois Censos Agropecuários. Em 2006, aproximadamente 74% do VBP agropecuária da Mesorregião Sul correspondia a essas 4 culturas, e em 2017 esse valor já correspondia a aproximadamente 80%, evidenciando um processo de especialização da agropecuária ali.

A Mesorregião Leste, que apresenta no ano de 2006, PTF superior a Mesorregião Sul, tem menor concentração em sua produção agropecuária, sendo que as mesmas produções citadas no parágrafo anterior como as quatro principais em VBP agropecuária para a Mesorregião Sul, foram responsáveis em 2006 e 2017 respectivamente, por aproximadamente 64% e 60% do VBP agropecuária da Mesorregião Leste. Há, portanto, na Leste, maior participação de culturas agrícolas que se valem da irrigação por pivô central, no VBP da agropecuária. Cristalina, que está inserida na Mesorregião Leste, tem a maior área irrigada por pivô central da América Latina, e o mesmo município, figura no TOP-10 de maiores PIB's agropecuários do Brasil há alguns anos. Produções que segundo Furquim (2017), são beneficiadas pela prática da irrigação, tiveram nos Censos de 2006 e 2017 índices do produto positivos considerando a relação dos Censos anteriores, o que justifica o patamar superior da PTF para o Leste Goiano em 2006, e a segunda colocação em 2017, estando bastante próximo da líder Sul no último ano censitário. Produções que se beneficiam da irrigação por pivô central, como a batata-inglesa, o feijão, o milho verde/em espiga, a cebola

e o café, tiveram na Mesorregião Leste, em ao menos um dos últimos dois Censos Agropecuários, índice parcial desses produtos igual ou superior a 0,05, enquanto para a Mesorregião Sul, essas produções sequer apresentaram índices parciais diferentes de 0, exceto o feijão, que teve um índice negativo de -0,01 em 2006 e positivo de 0,01 em 2017.

Sendo assim, o crescimento da produtividade na Mesorregião Leste, está ligado ao crescimento recente do índice de produto na região, que pode ser explicado pelo crescimento da produção agrícola sequeira, similarmente ao que também ocorreu na Mesorregião Sul, incrementado ao crescimento da produção agrícola irrigada.

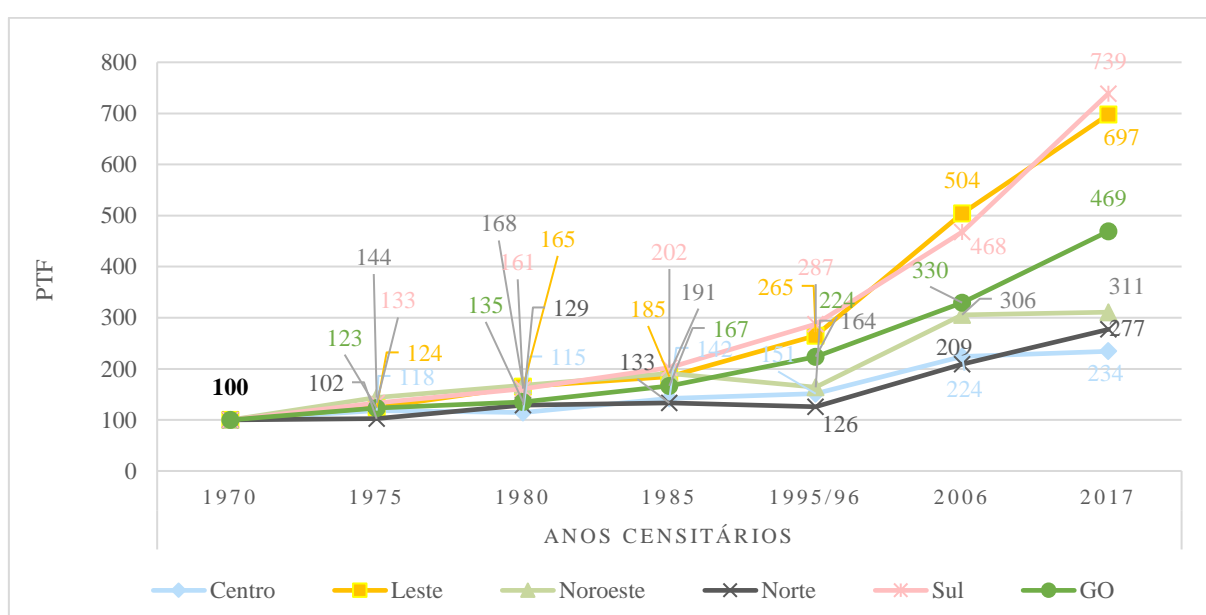


Figura 17: Evolução da PTF Goiana e suas Mesorregiões

Fonte: Calculado através de dados do Censo Agropecuário – IBGE (1970-2017)

Partindo do índice-base 100, para todas as mesorregiões e para o estado de Goiás, a Mesorregião Sul lidera o índice de PTF para três observações, em 1985, 1995/96 e 2017, a Mesorregião Noroeste lidera o índice para duas observações, em 1975 e 1980, e a Mesorregião Leste lidera em 2006. Diferentemente do que aconteceu na Mesorregião Leste, que obteve destaque mais recente na produtividade agropecuária, a Mesorregião Noroeste, obteve tal destaque, nas duas primeiras observações após o índice-base. A vocação pecuária do estado à época, somada à importância da produção do arroz no total da agricultura até a década de 1980, contribuiu para esses resultados nos primeiros censos, até que tais culturas passaram a perder espaço a partir de então, para culturas agrícolas de escala, como a soja e o milho. Sendo assim, o Noroeste Goiano teve nos dois primeiros censos após o ano-base,

índices parciais de bovinos e de arroz, consideráveis, com média de 1,44 para os bovinos e 0,23 para o arroz, o que elevou de maneira considerável o índice do produto para a mesorregião até 1980, e após essa observação, houve uma desaceleração dele, à medida que a participação dessas culturas no total agropecuário também caiu.

Analisando as taxas de crescimento, a Mesorregião Sul tem a maior taxa de crescimento anual, a taxa mais utilizada para análises e comparações em trabalhos que usam observações discretas dos anos censitários. A liderança era esperada, dada a importância da agricultura da região para o estado, expressa em grande participação dos principais produtos do setor, concentrados ali. Ainda que, a liderança do crescimento anual tenha comportado conforme a expectativa, a taxa que calcula o crescimento entre os censos, levando em consideração a quantidade de censos analisados e não a quantidade de anos entre o primeiro e o último censo, mostra a Mesorregião Leste com a liderança de crescimento para o período.

A tabela 7 mostra a alternância da liderança entre a Mesorregião Sul e a Mesorregião Leste, contudo, os índices são bem próximos. A taxa de crescimento anual do crescimento da PTF para o Sul, foi de 4,35% e para o Leste foi de 4,22%, enquanto a taxa de crescimento entre censos para o Sul, foi de 38,35% e para o Leste foi de 38,40%. A diferença foi de 0,13 pontos percentuais no primeiro caso, e de 0,05 no segundo caso. As mesorregiões Centro, Leste e Noroeste, apresentaram taxas de crescimento da PTF inferior à média goiana no período. O Centro, que apresentou a menor taxa de crescimento, tem a menor área entre as cinco mesorregiões, e por englobar a capital do estado e toda organização metropolitana, justifica através da sua densidade demográfica, vocação para o setor de serviços. Em 2017, apenas 2,48% do PIB da Mesorregião, correspondia ao setor agropecuário, segundo o IMB (2017).

As mesorregiões Norte e Noroeste tiveram respectivamente os penúltimo e antepenúltimo piores desempenhos de crescimento do período. O Noroeste, região fronteira ao Mato Grosso e ao Mato Grosso do Sul, devido ao já comentado caráter pecuário que logrou altos índices do produto nos primeiros censos observados, e ao foco produtivo no setor agropecuário, teve no ano de 2017 PIB com aproximadamente 12,19 pontos percentuais maior que o PIB da indústria. De modo contrário, a Mesorregião Norte, que é a maior em fronteira com o estado do Tocantins, apresentou um PIB do setor industrial superando em aproximadamente 9,09 pontos percentuais o agropecuário. Além de não apresentar a mesma performance no índice do produto de bovinos, nos Censos de 1975 e 1980, a atividade da mineração apresentou força, de modo que, a configuração

socioeconômica regional se organizou na prevalência da indústria mineradora, em detrimento da agropecuária.

Tabela 7: Taxas Geométricas de Crescimento da PTF: 1970-2017

Mesorregiões e GO	Taxas de Crescimento entre Censos - PTF	Taxas Anuais de Crescimento - PTF
Centro	15,81%	1,83%
Leste	38,40%	4,22%
Noroeste	19,08%	2,44%
Norte	17,30%	2,19%
Sul	38,35%	4,35%
GO	28,89%	3,34%

Fonte: Calculado através de dados do Censo Agropecuário – IBGE (1970-2017)

A figura 18, traz as evoluções dos índices do produto, do insumo e das PTF's, através de gráficos separados para cada Mesorregião. Fica claro que as mesorregiões Norte e Noroeste, sofrem uma queda no índice de produto, enquanto as outras mesorregiões demonstram trajetória ascendente durante todo o período. A estagnação do índice do produto de bovinos, somada a queda de índices de produtos agrícolas como o arroz e o feijão de 1985 para 1995/96, resultou na queda do índice total do produto para as duas mesorregiões. Além disso, de um censo para o outro, índices de produtos parciais como a soja, o milho e a cana-de-açúcar, não demonstraram força nessas mesorregiões como nas demais estudadas, destacando-se a sojicultura na Mesorregião Sul, o milho em grão na Mesorregião Leste e a cana-de-açúcar no Cento goiano, com índices em 0,24, 0,23 e 0,11 respectivamente.

No que tange os índices totais de insumo, notou-se maior estabilidade em comparação com os índices totais do produto. A Mesorregião Sul foi a única que para a série, não apresentou redução de uma observação para outra, no índice do insumo, prevalecendo na mesma, os efeitos de índices parciais de máquinas, fertilizantes, defensivos e energia elétrica e combustíveis. Nas demais mesorregiões, houve entre os censos de 1985 e 2006, maior influência da queda dos índices de mão-de-obra e da terra, fazendo com que entre 1985 e 1995/96 o índice do insumo reduzisse para o Leste e para o Norte, e entre 1995/96 e 2006 caísse para o Centro e o Noroeste. Outras inferências acerca dos índices parciais da mão-de-obra e da terra, serão feitas adiante, a partir da figura 19.

Abordando a PTF, as Mesorregiões Centro, Leste e Sul, tiveram durante toda a observação, trajetória ascendente. Diferente do que acontece no Noroeste e ao Norte, que de 1985 para 1995/96, à época dependentes da rizicultura, tivera drástica queda no índice do produto arroz, dada a fraca assimilação às culturas exportadoras que se espalharam pelo Centro-Sul goiano, a produção total agropecuária se viu refém de fatores internos a partir de 1986. Costa e Tavares (2022), relatam que dentre esses fatores estão a instabilidade econômica, que provocou a suspensão do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária – PROAGRO, o agravamento de problemas relativos às variações climáticas, o descontrole inflacionário, e mais a frente, a partir de 1990, o governo Collor de Melo atenuou a situação crítica, com juros de empréstimos para a agricultura praticamente dobrados.

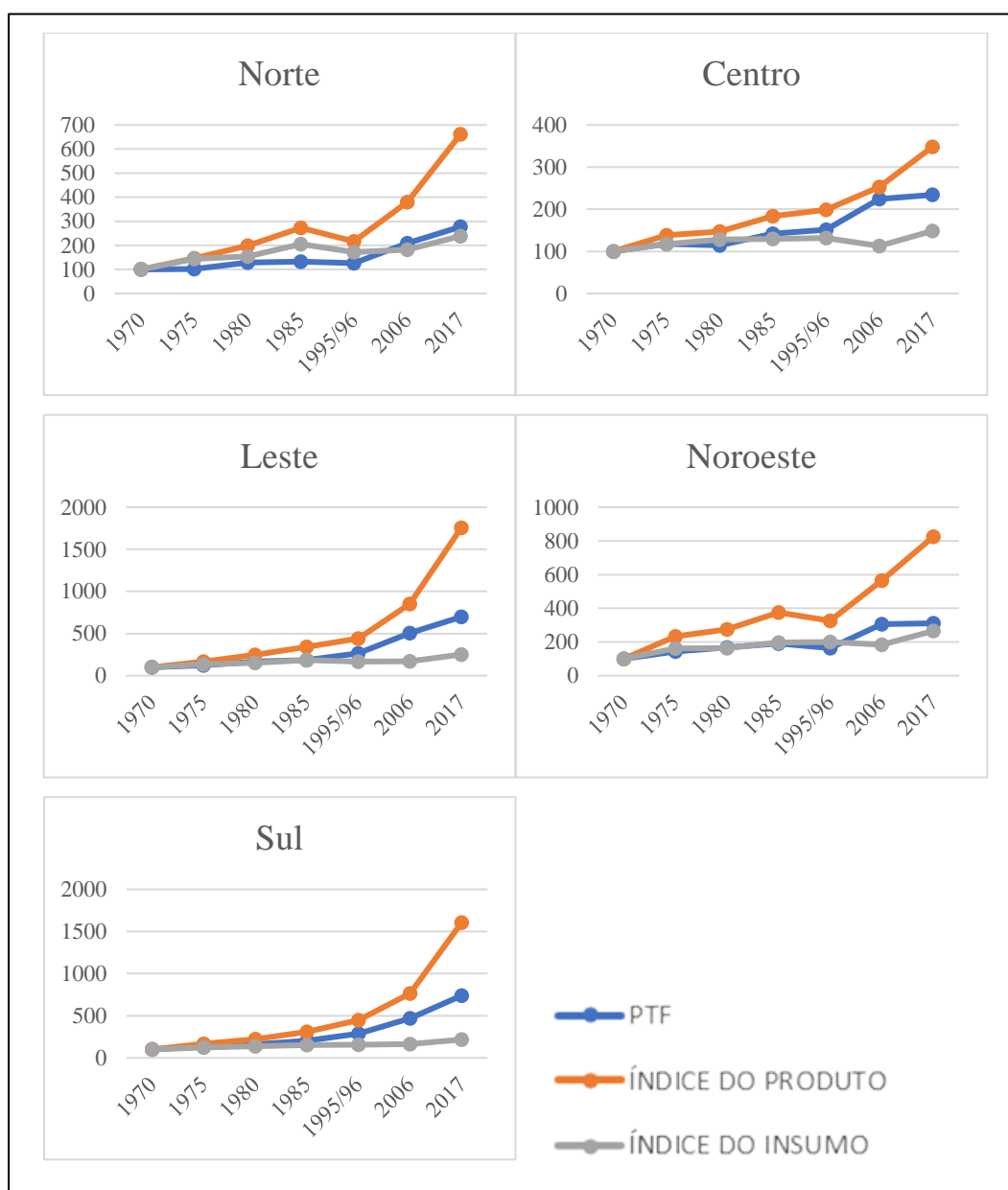


Figura 18: PTFs e Índices do Produto e do Insumo: Mesorregiões de Goiás

Fonte: Calculado através de dados do Censo Agropecuário – IBGE (1970-2017)

6.3. Índices e produtividades parciais dos insumos

As produtividades parciais dos insumos, separadas em mão-de-obra (L), terra (A), capital (K), são calculadas a partir da razão entre o índice do produto (Y) e os índices dos insumos correspondentes, sendo o índice de capital a agregação dos índices: máquinas (tratores), fertilizantes, defensivos, energia elétrica e combustíveis líquidos. A figura 19 mostra que os índices parciais de produtividade, têm crescido próximos durante o período, com certo descolamento da produtividade da mão de obra para a da terra, no ano de 2017. A

recuperação do índice parcial o insumo A, que teve crescimento acentuado em 2017, após seguidos declínios desde 1985, não foi observado para o índice parcial do insumo L, disso, a produtividade parcial de L, aumentou a diferença para a produtividade parcial de A.

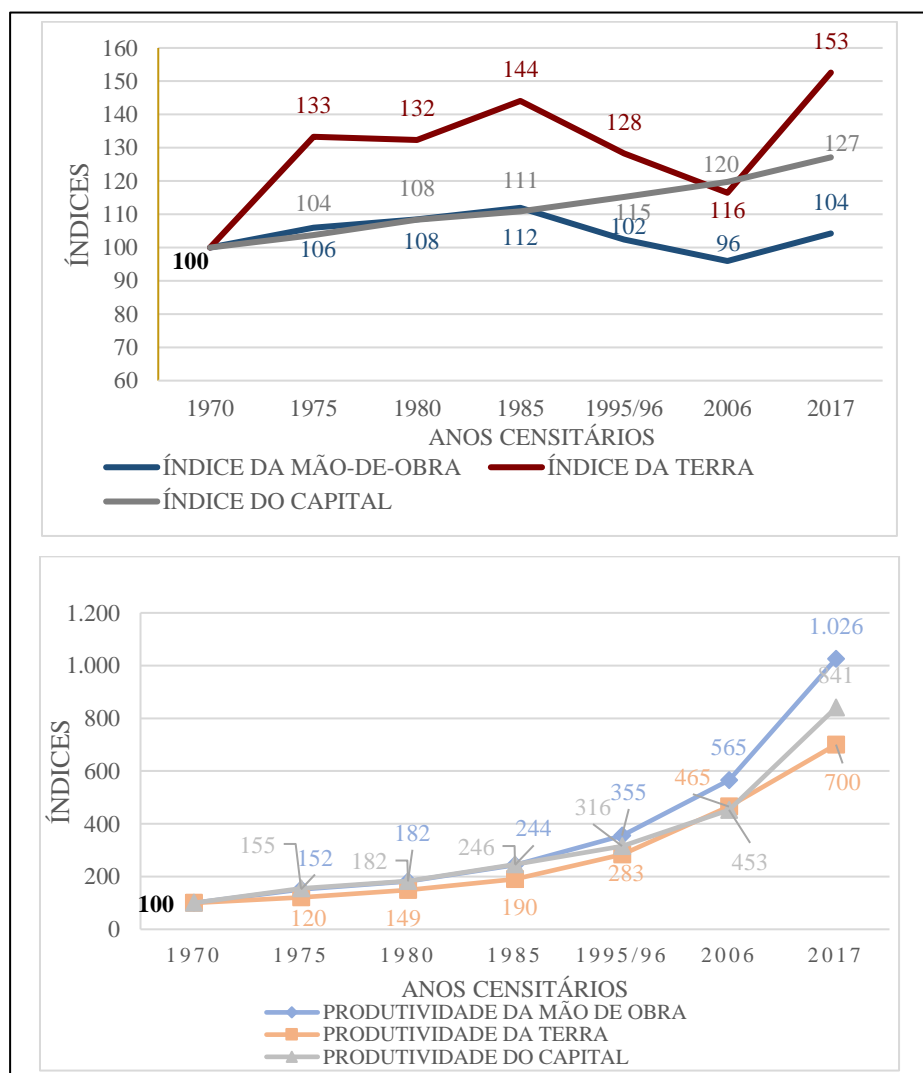


Figura 19: Índices e Produtividades Parciais: Estado de Goiás

Fonte: Calculado através de dados do Censo Agropecuário – IBGE (1970-2017)

As produtividades parciais dos insumos, mostram taxas anuais que apoiam o destaque para a agropecuária da Mesorregião Sul. A tabela 8, mostra as taxas geométricas de crescimento anual, de modo parcial. A figura 20, mostra para cada mesorregião, a evolução dos índices parciais dos insumos e de suas produtividades parciais. O que se vê, analisando em conjunto as últimas tabela e figura citadas, são taxas anuais de crescimento da produtividade do trabalho e da terra para a Mesorregião Sul, superiores às de todas as mesorregiões e estado. Esse patamar, é justificado pela trajetória sempre ascendente durante

o período, do índice do capital. Assim, a região que foi se adaptando com o passar dos censos, à agroindústria e à *commodities* que passavam a ter cada vez maior relevância na balança comercial nacional, viu um panorama favorável ao crescimento de suas produtividades parciais. O complexo produtivo que abarcara ambos os modelos de produção, dependiam do uso cada vez mais intenso de tecnologia, o que levou mesmo com a queda do uso de mão-de-obra e de terra, maiores níveis de produção, possibilitadas pelo aumento da eficiência desses dois insumos. Isso é corroborado também pelo índice A/L, um componente de produtividade do trabalho. O valor de 0,33% para a Mesorregião Sul, mostra que a produtividade da terra para a região é a que menos depende da relação com a mão-de-obra, dado o grau de mecanização observado ali.

Tabela 8: Taxas Geométricas de Crescimento das produtividades parciais: 1970-2017

Mesorregiões e GO	Taxas Anuais de Crescimento (Y/L)	Taxas Anuais de Crescimento (Y/A)	Taxas Anuais de Crescimento (Y/K)	Relação Terra/Homem (A/L) *
Centro	3,55%	2,55%	2,18%	0,97%
Leste	5,81%	4,98%	5,80%	0,80%
Noroeste	4,30%	1,87%	4,31%	2,38%
Norte	4,08%	1,89%	3,76%	2,15%
Sul	6,02%	5,67%	5,47%	0,33%
GO	5,08%	4,23%	4,63%	0,82%

Fonte: Calculado através de dados do Censo Agropecuário – IBGE (1970-2017)

*Taxa média anual do índice que indica a relação dos índices da terra e da mão-de-obra

A única taxa anual de crescimento onde a Mesorregião Sul não apresentou liderança perante as demais, foi a do capital. Nesse caso, a tabela 8 mostra que o Leste se destacou, com taxa superior às demais. Entre 1995/2017, a taxa de crescimento anual do índice de produtividade do capital, mostrou crescimento de aproximadamente 6,05%, dado que, o índice parcial do insumo energia elétrica, cresceu significativamente no período. O cultivo de culturas que se beneficiam do uso de pivô central, que como mencionado anteriormente, foi responsável por ganhos de produtividade a partir de 1995/96, tem relação com o aumento do uso do insumo energia elétrica, uma vez que os sistemas desse tipo de irrigação, depende da eletricidade para um eficiente funcionamento. A incorporação dessa nova tecnologia, somada a abertura de novas terras para cultivo agrícola e criação de animais, o que se viu também em outras mesorregiões (exceto o Centro e o Sul), a Mesorregião Leste teve um

incremento da produtividade do capital, dado o advento particular no estado, da extensa área de cultivo irrigado.

Entre 1985/2006, há evidente queda nos índices de mão de obra e de terra para o estado de Goiás. Essa dinâmica, se deu de maneira diferente nas mesorregiões do estado. A começar pelo uso da terra, a Mesorregião Sul mostra estagnação para tal índice, indicando posição mais próxima de um esgotamento de novas áreas para uso de lavouras e pastagens que as demais mesorregiões, dada a ampla expansão agrícola que se viu ali pós década de 1970. A curva do insumo, para o Centro, também demonstra queda na utilização da terra desde 1985, contudo, o que motivara a queda nesta mesorregião, foi a urbanização e o crescimento populacional na região metropolitana da capital Goiânia, levando além da diminuição do uso da terra para atividades agropecuárias, a queda da mão-de-obra causada pelo êxodo rural.

As Mesorregiões Noroeste e Norte, mostram aumento do índice de terra entre 2006 e 2017. Ainda que as outras mesorregiões também apresentaram certo crescimento do mesmo índice entre o período, as inclinações para o Noroeste e para o Norte foram mais acentuadas. Queiroz et. al (2018), ressalta que o avanço da cultura da cana-de-açúcar sobre áreas cultiváveis de grãos, como o caso da soja e do milho, tem influenciado positivamente no valor da terra agrícola. Dessa forma, o Sul goiano que tem terras historicamente mais caras que o Norte e Noroeste do estado, passam a ter maior custo de oportunidade e a expansão das terras agricultáveis tanto para as culturas graneleiros, como até mesmo para a própria cana-de-açúcar, aumenta o uso da terra nessas mesorregiões.

Desde 2006, o índice do produto de bovinos cresceu para ambas as mesorregiões a níveis bem superiores ao mesmo índice nas demais mesorregiões e ao estado. Com 0,68 para o Noroeste e 0,43 para o Norte, enquanto no estado o valor foi de 0,03, o índice do produto de bovinos, indica crescimento na venda e no abate destes em ambas as mesorregiões. A expansão do uso da terra no Norte-Oeste do estado, se assimila a migração de parte do rebanho bovino do Sul-Leste para lá.

Além disso, ainda que de maneira mais tímida que na situação do índice do produto bovinos, o índice do produto soja, apresenta em 2017 para o Noroeste e em 2006 para o Norte, crescimento incipiente e tardio, se comparado com o Sul que iniciou esse processo em 1980, e o Leste em 1985. Entre 2006/2017, a média do índice do produto soja foi de 0,18 para o Noroeste, e de 0,39 para o Norte, contribuindo, mesmo que de maneira menos intensa que o caso dos bovinos, para o crescimento do uso da terra.

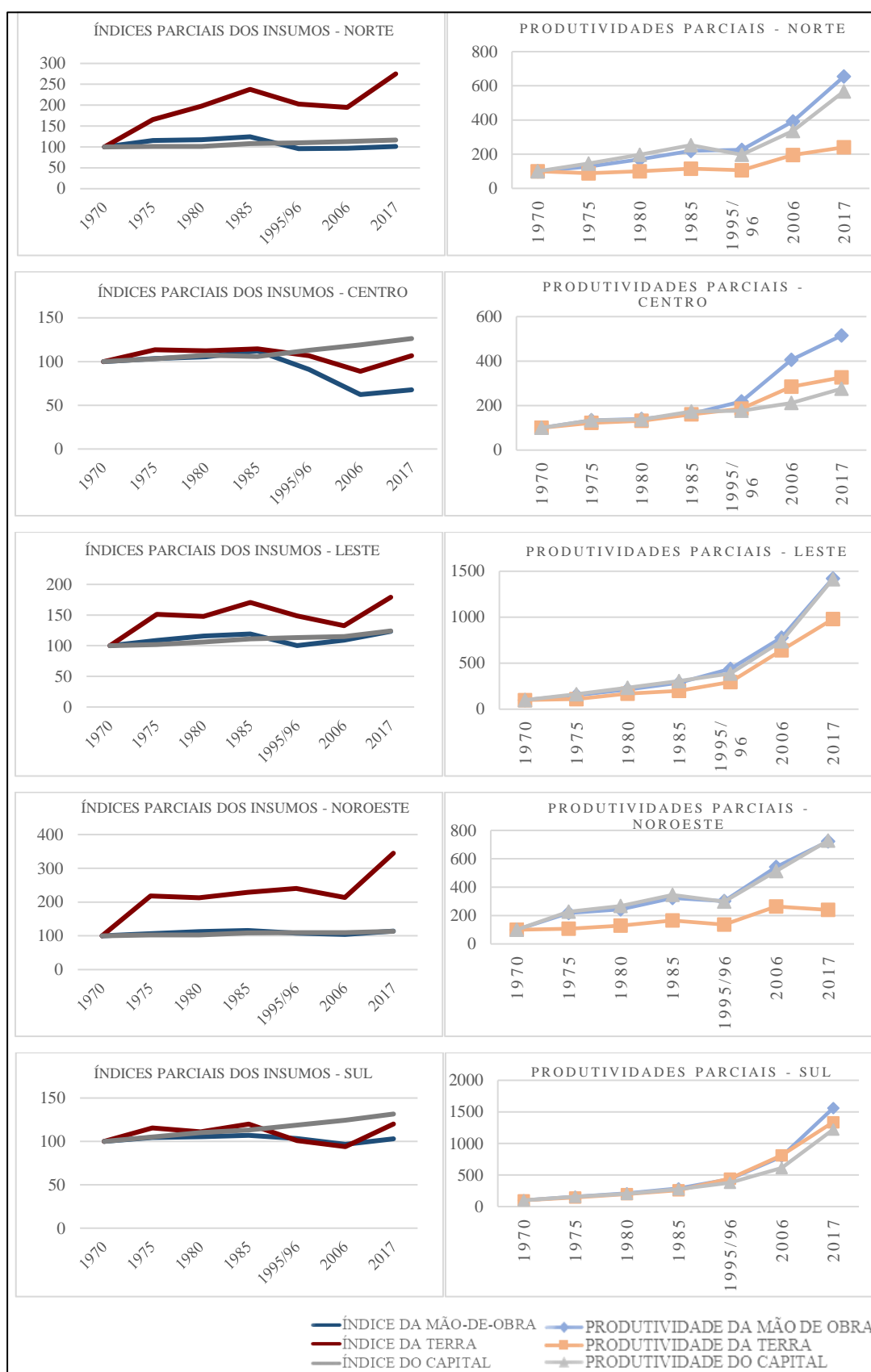


Figura 20: Índices Parciais dos Insumos e Produtividades Parciais: Mesorregiões de Goiás

Fonte: Calculado através de dados do Censo Agropecuário – IBGE (1970-2017)

O que se viu durante todo o período de 1970/2017, então, para os índices do insumo, foi um constante crescimento da utilização de capital, revertido em tecnologia para as Mesorregiões Sul, Centro e Leste, onde a mecanização agrícola sulista, a produção de leite no Centro com ordenhas mecânicas ligadas a eletricidade, e a irrigação por pivôs centrais do Leste, que também se possibilita com o uso intenso de energia elétrica, são os motivadores do crescimento desse índice. A evolução dos índices de terra e de mão-de-obra tiveram diferenças devido as dinâmicas populacionais e as culturas agrícolas e pecuárias que se destacaram em cada uma delas.

Quanto às produtividades, em suma, elas apresentam em geral trajetória ascendente para as mesorregiões entre 1970/2017. Com exceção feita as mesorregiões Noroeste e Norte, as três demais não demonstraram queda em nenhuma das três produtividades parciais entre todo o período.

A produtividade da terra, foi maior durante o período dos sete censos, para a Mesorregião Sul, com crescimento anual de 5,67%, seguida pelas mesorregiões Leste, com 4,98% e Centro, com 2,55%. O Noroeste e o Norte tiveram taxas próximas de 1,87% e 1,89% respectivamente. O Noroeste apresentou taxa de crescimento negativa entre 1985/1995, de -1,89%, justificada pela queda do índice do produto arroz, que caiu drasticamente no período e não foi compensado por outras culturas que cresceram no estado, como a soja, o milho e bovinos. A Mesorregião Norte, apresentou dois períodos de queda na produtividade da Terra, entre 1970/1975, houve queda de -2,36%, e entre 1985/1995 a queda foi de -0,69%. As taxas anuais de crescimento para cada decênio (no caso dos dois últimos censos, onze anos ao invés de dez) estão dispostas na tabela 9. No primeiro período, o principal motivo dessa queda, foi o aumento do uso da terra, não compensado pelo aumento do índice total do produto, e no segundo período, se viu o mesmo cenário ocorrido no Noroeste, queda da orizicultura, e aqui, também do índice parcial do feijão, não compensado pelo aumento da produção de outros produtos que se expandiam no estado.

A produtividade parcial da mão-de-obra, tivera também para a Mesorregião Sul, maior taxa de crescimento anual, 6,02%. A mesorregião Leste também foi a segunda com a taxa de 5,81%, seguida agora pelo Noroeste com 4,30%, Norte com 4,08% e por fim o Centro, com 3,55%. Ainda que, o índice parcial da mão de obra tenha apresentado valores abaixo dos demais para o Centro, a produtividade desse mesmo insumo, se apresentou menor perante as outras mesorregiões, dado o crescimento total do produto também menor no

Centro. Ainda assim, na região central, não houve observação entre censos de queda da produtividade do trabalho, diferente do que aconteceu no Noroeste, com taxa entre 1985/1995, de -0,70%, influenciada pela queda no índice do produto total no período.

A produtividade do capital, apresentou taxa de crescimento anual maior para a Mesorregião Leste, em 5,80%, seguida pela Sul com 5,47%, Noroeste com 4,31%, Norte com 3,78% e Centro com 2,18%. Novamente, motivado pelas quedas dos respectivos índices do produto, as Mesorregiões Noroeste e Norte foram as únicas que apresentaram observações decenais de queda na produtividade do capital, entre 1985 e 1995/96, quando para o Noroeste a taxa de crescimento anual foi de -1,48% e para o Norte foi de -2,43%.

As evoluções em média ascendentes, das curvas das produtividades parciais confirmam, para cada Mesorregião, algumas hipóteses. O crescimento maior da produtividade da mão-de-obra e da terra, perante a produtividade do capital para a Mesorregião Sul, revela um panorama tecnológico e mecanizado mais consolidado, gerado por um processo de modernização técnica que se iniciou de maneira mais tímida na década de 1970 e se intensificou na década de 1980.

A Mesorregião Leste, apresenta produtividade média do Capital ainda superior à da terra e pareada a do trabalho, mostrando que, a aceleração da produtividade no Leste, principalmente nos últimos dois censos, veio de um aperfeiçoamento técnico ligado ao uso de sistemas de tecnologia voltados à irrigação de pivô-central, com margem ainda para o aprimoramento desse sistema que é relativamente novo no estado de Goiás, e ainda trará amplas discussões que influirão na performance agrícola vista ali, como por exemplo, a questão das outorgas e o debate da utilização da água, um bem público, para fins privados.

Com trajetórias e números bem próximos para as produtividades parciais até 1985, a mesorregião central, mostrou certa ascendência a partir dali, com a produtividade do trabalho se destacando, a do capital ficando no menor nível e a da terra ficando entre as duas, mais próxima do capital do que do trabalho. Embora a inclinação, principalmente de 1995/96 para 2006, e de 2006 para 2017 tenha aumentado, a mesorregião parece convergir, dadas as produtividades parciais e a PTF mais baixas do estado, a uma tendência menos agropecuária e mais urbana, industrial e terciária.

Para as Mesorregiões Noroeste e Norte, viu-se trajetórias mais próximas e parecidas entre as produtividades do trabalho e do capital, e menores, com ascendência mais evidente, porém menos acentuada que as demais produtividades, somente após 1995/96. Isso aconteceu, dado o aumento acentuado do índice de terra nas regiões Norte e Noroeste, que

não foi acompanhada de índices do produto que as compensasse. Essas duas mesorregiões, parecem possuir ainda, fôlego no aumento da produtividade seja ela parcial, ou total, para o futuro pós-2017, dado a expansão agropecuária apresentada pelo aumento do uso da terra, e o crescimento desde o censo de 2006 nos índices de produtos como a soja, o milho, bovinos, leite, cana-de-açúcar e feijão.

Tabela 9: Taxas de crescimento anual para períodos decenais: 1970/1980, 1985/1995, 1995/2006, 2006/2017

PRODUTIVIDADE DO TRABALHO	1970/1980	1985/1995	1995/2006*	2006/2017*
Centro	3,38%	2,96%	5,78%	2,18%
Leste	7,95%	6,45%	5,37%	5,62%
Noroeste	9,34%	-0,70%	5,46%	2,64%
Norte	5,42%	0,29%	5,12%	4,78%
Sul	7,71%	4,10%	5,60%	6,38%
GO	6,19%	3,82%	4,31%	5,57%

PRODUTIVIDADE DA TERRA	1970/1980	1985/1995	1995/2006*	2006/2017*
Centro	2,74%	1,54%	3,92%	1,26%
Leste	5,35%	4,01%	7,28%	3,92%
Noroeste	2,54%	-1,89%	6,23%	-0,89%
Norte	0,04%	-0,69%	5,63%	1,91%
Sul	7,14%	5,54%	5,65%	4,63%
GO	4,10%	4,09%	4,61%	3,79%

PRODUTIVIDADE DO CAPITAL	1970/1980	1985/1995	1995/2006*	2006/2017*
Centro	3,21%	0,18%	1,68%	2,42%
Leste	8,92%	2,39%	6,04%	6,07%
Noroeste	10,30%	-1,48%	5,09%	3,22%
Norte	6,97%	-2,43%	4,98%	4,86%
Sul	7,23%	3,23%	4,51%	6,46%
GO	6,19%	2,51%	3,34%	5,78%

Fonte: Calculado através de dados do Censo Agropecuário – IBGE (1970-2017)

*Taxas de crescimento desses períodos são de onze anos ao invés de dez, dada a diferença de anos entre um censo e outro.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dado o proposto, em analisar e comparar a produtividade agropecuária de modo pormenorizado para as mesorregiões de Goiás, o estudo trouxe os resultados para um recorte geográfico ainda não analisado. Ainda que Souza e Milagres (2014), tenham trazido a análise para um recorte ainda mais regionalizado, em Microrregiões Goianas, a análise não tangenciou toda a atividade agropecuária, se restringindo a três culturas agrícolas, em período menor, entre 1985-2006, utilizando-se da metodologia malmquistiana.

O estudo trouxe dados detalhados a respeito da performance da produtividade para as cinco mesorregiões goianas, de modo a identificar os melhores e piores desempenhos, detalhando as taxas geométricas de crescimento anual tanto da PTF, quanto das produtividades parciais calculadas pela razão entre as PTF's e os índices parciais dos insumos. A partir disso, e da estrutura produtiva de cada mesorregião, os *policy makers* podem utilizar este estudo de modo a complementar o conhecimento prévio advindo da ampla literatura agropecuária regional já disponível, que possibilitaram análises produtivas, geográficas, governamentais, e históricas, a respeito da formação do setor agropecuário no estado de Goiás. A forma em que foi dada as produtividades mesorregionais, junto às análises já tangenciadas na literatura, podem trazer respostas como: se, ou como, um “*case* de alta produtividade” pode ser ou não aplicado a um “*case* de baixa produtividade” agropecuária.

Foi confirmada a hipótese de que a Mesorregião Sul se destaca em relação aos índices da PTF perante as demais mesorregiões goianas. O Sul Goiano teve a maior taxa de crescimento anual da PTF, e das produtividades parciais do trabalho e da terra. O único índice de produtividade parcial no qual a Mesorregião Sul não apresentou a maior taxa de crescimento anual, foi o do capital. Como maior produtora do estado, a Mesorregião também influencia fortemente a trajetória da produtividade agropecuária de Goiás, justificando o papel de referência nacional como região que compõe uma gama de potências agropecuárias destacadas no cenário nacional.

Outra Mesorregião, a Leste, também demonstrou resultados satisfatórios na PTF agropecuária. Com taxa de crescimento anual da PTF levemente menor que a da Mesorregião Sul, contudo se o cálculo considerado for o crescimento entre censos, a liderança é assumida pelo Leste com taxa ligeiramente superior à Sul, o Leste demonstrou

estrutura diferente da produção agrícola, onde o uso da técnica de irrigação por pivô central, possibilitou neste século ganhos de produtividade, transferindo parte do foco produtivo para produtos cuja cadeia comercial é mais afeita a demanda e ao consumo internos. As demais mesorregiões apresentaram no período, taxa de crescimento da PTF inferior à do estado de Goiás. A baixa aderência das mesorregiões Noroeste e Norte à agricultura, e o crescimento demográfico central, desvincularam o crescimento das três à média estadual.

Como ponto forte, o trabalho traz um método dentro da literatura que estuda a produtividade, tema em voga na economia mundial, com a utilização do índice de Törnqvist, que já é utilizado e validado no estudo da PTF agropecuária. As limitações do estudo, estão no fato do mesmo índice, explorar somente a hipótese de que a produção é totalmente eficiente em termos do uso da tecnologia. Expansões no estudo, calculando também índices que avaliam a economia em fronteira, para comparar com os resultados do índice aqui utilizado, serão pertinentes. Houve limitações no que tange a coleta de dados, dado que alguns Censos não disponibilizaram dados referentes a insumos, fazendo-se necessário a busca de outras fontes desses dados, com diferentes técnicas de coleta, diferentes unidades de medidas divulgadas etc.

Além disso, dificuldades inerentes ao trabalho com a produtividade agropecuária, citadas pela literatura nacional, trazem subestimações. No caso do índice dos insumos, itens como: benfeitorias, instalações, estoque de animais de trabalho, depreciação das lavouras permanentes, não são computadas, levando segundo Gasques e Conceição (2000) a uma subestimação do peso do capital no cômputo da produtividade. Ainda segundo os autores, esses itens não podem ser incluídos por dois motivos, sendo o primeiro motivado pelo Censo Agropecuário de 1995/96 não ter levantado informações sobre patrimônio como benfeitorias e instalações, e o segundo e principal motivo, pela dificuldade inerente que há na valoração do capital em forma de fluxo, especialmente no caso das lavouras permanentes.

Outros insumos, principalmente os utilizados na pecuária, não apresentaram nos Censos dados referentes a quantidade utilizada. Isso impossibilita o cálculo de seus índices parciais, e por consequência a inclusão deles no índice total do insumo. Ilustrando esse cenário, a representatividade do gasto com alimentação de animais e com medicamentos foi de aproximadamente 13% do total gasto na agropecuária goiana, pelos dados do Censo Agropecuário de 2017.

Como agenda futura, encontra-se pertinência em regionalizar ainda mais os estudos para Goiás, em termos de microrregiões e até para municípios. Entender as diferenças em

produtividade de forma cada vez mais pormenorizada, traz de forma mais precisa, dados que corroboram para a discussão das motivações para casos de heterogeneidade ou homogeneidade da performance regional, e contribuem também para a proposta de tomadas de decisão. Ainda, há possibilidades através do método, de comparar mesorregiões e microrregiões de outros estados brasileiros. Respostas como o comportamento, e o comparativo das principais meso/microrregiões das principais UF's agropecuárias do país, são possibilidades interessantes. Como já citado anteriormente, expansões do trabalho em termos de metodologias do cálculo da PTF, podem ser aproveitados. Utilizando-se do índice de Malmquist ou de Törnqvist-Theil, uma análise através de índices calculados por dados contínuos também, e não somente por dados discretos como os que são calculados no modelo de Törnqvist, poderá enrobustecer o estudo. Disso, por exemplo, pode-se desagregar o resultado do índice de capital da PTF tornqvistiana, em dois índices que a PTF malmquistiana dá: a eficiência técnica e a mudança ou progresso tecnológico. Disso, pode-se comparar em determinados períodos em que a coleta de base de dados seja possível para ambas as metodologias, as taxas de crescimento anual entre as PTF's advindas dos índices de Törnqvist e de Malmquist.

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, J. P. **Uso de agrotóxicos no Brasil: controle social e interesses corporativos**. Annablume, 2002. ISBN: 85-7419-314-3

ARAUJO, P. F. C.; MEYER, R. L. Agricultural credit policy in Brazil: objectives and results. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 59, n. 5, p. 957-961, 1977. DOI: <https://doi.org/10.2307/1239871>

Associação Nacional para Difusão de Adubos – ANDA. São Paulo, 1970-2006.

BALEŽENTIS, T.; BLANCARD, S.; SHEN, Z.; ŠTREIMIKIENĖ, D. Analysis of environmental total factor productivity evolution in European agricultural sector. **Decision Sciences**, v. 52, n. 2, p. 483-511, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/dec.12421>

Balanço Energético do estado de Goiás – BEGO, Goiânia, 2017.

BARÁTH, L.; FERTŐ, I.; BOJNEC, Š. The effect of investment, LFA and agri-environmental subsidies on the components of total factor productivity: the case of Slovenian farms. **Journal of Agricultural Economics**, v. 71, n. 3, p. 853-876, 2020.

BELIK, W. **O financiamento da agropecuária brasileira no período recente**. Texto para Discussão, 2015. URL: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/3407>

BRIGATTE, H; TEIXEIRA, E. C. Determinantes de longo prazo do produto e da Produtividade Total dos Fatores da agropecuária brasileira no período 1974-2005. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, p. 815-836, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032011000400001>

CAVES, D. W.; CHRISTENSEN, L. R.; DIEWERT, W. E. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 1393-1414, 1982. DOI: <https://doi.org/10.2307/1913388>

Censo Agropecuário – IBGE. Rio de Janeiro, 1970-2017.

CHAND, R.; KUMAR, P.; KUMAR, S. Total factor productivity and returns to public investment on agricultural research in India. **Agricultural Economics Research Review**, v. 25, n. 347-2016-17004, p. 181-194, 2012. ISSN: 0974-0279

COELLI, T. J.; RAO, DS. P. Total factor productivity growth in agriculture: a Malmquist index analysis of 93 countries, 1980–2000. **Agricultural Economics**, v. 32, p. 115-134, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0169-5150.2004.00018.x>

CONRADIE, B.; GENIS, A., GREYLING, J.; PIESSE, J. District-level agricultural total factor productivity for the Karoo, South Africa: 1952–2002. **Agrekon**, v. 60, n. 2, p. 128-144, 2021.

CONRADIE, B.; J. PIESSE, J.; THIRTLE, C. 2009a. What is the appropriate level of aggregation for productivity indices? Comparing district, regional and national measures. **Agrekon** 48, no. 1: 9–20. URL: <https://hdl.handle.net/10520/EJC18410>

CONRADIE, B.; J. PIESSE, J.; THIRTLE, C. 2009b. District-level total factor productivity in agriculture: Western Cape province, South Africa, 1952–2002. **Agricultural Economics** 40, no. 3: 265–80. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2009.00381.x>

COMIN, D. Total factor productivity. In: **Economic growth**. Palgrave Macmillan, London, 2010. p. 260-263. DOI: [10.1057/9780230280823_32](https://doi.org/10.1057/9780230280823_32)

Consumo Aparente de Fertilizantes - International Plant Nutrition Institute. Georgia, 1970-2006.

COSTA, M. I. F; TAVARES, G. G. O cultivo do arroz de sequeiro no Norte goiano entre 1960 e 1980. **Fronteiras: Revista Catarinense de História**, n. 39, p. 82-100, 2022. DOI: <https://doi.org/10.29327/253484.1.39-4>

DEL GATTO, M.; DI LIBERTO, A.; PETRAGLIA, C. Measuring productivity. **Journal of Economic Surveys**, v. 25, n. 5, p. 952-1008, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2009.00620.x>

Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Anuário Estatístico de Energia Elétrica, Brasília, 2005-2017.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; NORRIS, M.; ZHANG, Z. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. **The American economic review**, v. 84, p. 66-83, 1994. URL: <http://www.jstor.org/stable/2117971>

FURQUIM, M. G. D. **Efeito da instituição da cobrança pelo uso da água na configuração agrícola irrigada em Cristalina-GO**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – PPGAGRO, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017. URL: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/7286>

FÜRSTENAU, V. A política de crédito rural na economia brasileira pós 1960. **Ensaio FEE**, v. 8, n. 1, p. 139-154, 1987. DOI: [200.198.145.164](https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2009.00381.x)

GASQUES, J. G.; BASTOS E. T.; BACCHI, M. R. P.; VALDES, C. Crescimento e produtividade da agricultura brasileira: uma análise do Censo Agropecuário. **VIEIRA, FILHO J. E; GASQUES, J. G. Uma jornada pelos contrastes do Brasil: Cem anos do Censo Agropecuário. Brasília, DF: Ipea**, p. 107, 2020. URL: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/10339>

GASQUES, J. G.; BASTOS E. T.; BACCHI, M. R. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Produtividade total dos fatores na agricultura-Brasil e países selecionados.** 2022. URL: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11199>

GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. **Transformações estruturais da agricultura e produtividade total dos fatores.** 2000. URL: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/2296>

GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas.** 2010. URL: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/3256>

GIANG, M. H.; XUAN, T. D.; TRUNG, B. H.; & QUE, M. T. Total factor productivity of agricultural firms in Vietnam and its relevant determinants. **Economies**, v. 7, n. 1, p. 4, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/economies7010004>

GONÇALES, C. **As políticas públicas, a modernização dos cerrados e o complexo soja no Sul goiano: 1970 – 2005.** 2008. 245 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008. URL: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/15912>

HYBNER, B. R.; PARRÉ, J. L.; AFONSO, J. F. Convergência da produtividade total dos fatores da agropecuária no Sul do Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 29, n. 4, p. 47, 2020. ISSN: 2317-224X

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais – IBAMA. Brasília, 2017.

LUSIGI, A.; THIRTLE, C. Total factor productivity and the effects of R&D in African agriculture. **Journal of International Development: The Journal of the Development Studies Association**, v. 9, n. 4, p. 529-538, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1328\(199706\)9:4%3C529::AID-JID462%3E3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1328(199706)9:4%3C529::AID-JID462%3E3.0.CO;2-U)

MALMQUIST, Sten. Index numbers and indifference surfaces. **Trabajos de estadística**, v. 4, n. 2, p. 209-242, 1953. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF03006863>

MENDES, G. M. **Produtividade total dos fatores e crescimento econômico na agropecuária brasileira: 1970-2006.** 2010. 135 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – PPG, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010. URL: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/42>

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Brasília, 2022.

MIRANDA, I. M.; SILVA NETO, W. A. **Mapeamento agropecuário das mesorregiões do estado de Goiás (1970-2010).** Goiânia: NEPEC/FACE/UFG, 2014. (Texto para Discussão n. 039). URL: <https://ideas.repec.org/p/ufb/wpaper/039.html>

NETO, A. T. Pequena história da agropecuária goiana. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico de Goiás**, v. 20, p. 19-58, 2009. ISSN: 2175-1269

OSKAM, A. Productivity measurement, incorporating environmental effects of agricultural production. **Developments in Agricultural Economics**, v.7, p.186-204, 1991. ISBN: 0-444-88974-4

Pesquisa Agrícola Municipal – IBGE. Rio de Janeiro, 1974-2020.

Pesquisa Pecuária Municipal – IBGE. Rio de Janeiro, 1974-2020.

PEREIRA, S. M. **Produção e Produtividade na Agricultura do Estado de Goiás, 1995**. 195. 95 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade Federal de São Paulo, Piracicaba, 2001. DOI: 10.11606/D.11.2018.tde-20181127-161644

PO-CHI, C. H. E. N.; MING-MIIN, Y. U.; CHANG, C. C.; SHIH-HSUN, H. S. U. Total factor productivity growth in China's agricultural sector. **China Economic Review**, v. 19, n. 4, p. 580-593, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2008.07.001>

PORTO, M. F.; SOARES, W. L. Modelo de desenvolvimento, agrotóxicos e saúde: um panorama da realidade agrícola brasileira e propostas para uma agenda de pesquisa inovadora. **Revista brasileira de Saúde ocupacional**, v. 37, p. 17-31, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0303-76572012000100004>

QUEIROZ, A. M. **Estruturas de governança no complexo agroindustrial sucroalcooleiro goiano**. 2016. 313 f. Tese (Doutorado em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia/IE, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. URL: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/18293>

QUEIROZ, A. M.; FERREIRA, J. B.; PAULA, J. S. O setor sucroalcooleiro e o valor da terra agrícola em Goiás e em Minas Gerais: uma análise econométrica. **Revista Estudo & Debate**, v. 25, n. 1, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-036X.v25i1a2018.1408>. ISSN: 1983-036X

RAA, T. T.; MOHNEN, P. Neoclassical growth accounting and frontier analysis: a synthesis. **Journal of Productivity analysis**, v. 18, n. 2, p. 111-128, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1016558816247>

Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento – SEGPLAN. Goiás em Dados. Goiânia, 1985-1996.

SHABBIR, M. S.; YAQOOB, N. The impact of technological advancement on total factor productivity of cotton: a comparative analysis between Pakistan and India. **Journal of Economic Structures**, v. 8, n. 1, p. 1-16, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40008-019-0160-4>

SILVA, L. L. O papel do estado no processo de ocupação das áreas de cerrado entre as décadas de 60 e 80. **Caminhos de Geografia**, v. 1, n. 2, p. 24-36, 2000. URL: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/download/15251/8552/57825>

SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. **The quarterly journal of economics**, v. 70, n. 1, p. 65-94, 1956. DOI: <https://doi.org/10.2307/1884513>

SOLOW, R. M. Technical change and the aggregate production function. **The review of Economics and Statistics**, p. 312-320, 1957. DOI: <https://doi.org/10.2307/1926047>

SOUZA, R. O.; TEIXEIRA, S. M. Produtividade Total dos Fatores na Agricultura Goiana: Uma Análise Para as Culturas de Cana-de-Açúcar, Milho e Soja. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 11, n. 2, p. 211-234, 2014. ISSN: 1679-1614

TÖRNQVIST, Leo. **The Bank of Finland's consumption price index**. 1936. URL: https://publications.bof.fi/bitstream/handle/10024/50137/Bofbul_1936-10.pdf?sequence=1

VIDAL, M. V. S. **Inovação na agricultura brasileira: a contribuição da Embrapa na conquista do cerrado pela soja**. 2015. 121 f. Dissertação (Mestrado profissional em Desenvolvimento Econômico) – Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; DOS SANTOS, G. R.; FORNAZIER, A **Distribuição produtiva e tecnológica da agricultura brasileira e sua heterogeneidade estrutural**. 2013. URL: <https://hdl.handle.net/11362/36848>

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. 2016. URL: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6876>