

DESEMPENHO DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES (PTF), NA AGROPECUÁRIA DAS MESORREGIÕES DE GOIÁS ENTRE 1970 E 2017

PERFORMANCE OF TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY (TFP) IN AGRICULTURE AND LIVESTOCK IN THE MESOREGIONS OF GOIÁS BETWEEN 1970 AND 2017

Fernando Corrêa de Mello Júnior

Programa de Pós-Graduação em Economia – PPGECON

Universidade Federal de Goiás – UFG

E-mail: fcmellojr@gmail.com

Waldemiro Alcântara da Silva Neto

Programa de Pós-Graduação em Economia – PPGECON

Universidade Federal de Goiás – UFG

E-mail: netoalcantara@ufg.br

Grupo de Trabalho (GT): GT03. Evolução, estrutura, competitividade e dinâmica dos complexos agroindustriais

Resumo

Durante a década de 1970 o processo denominado de modernização agropecuária iniciou-se no estado de Goiás, duas décadas mais tarde que o seu início no Brasil possibilitada principalmente por políticas públicas de fomento ao desenvolvimento regional e por financiamento rural. O objetivo deste trabalho foi 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). A contribuição do estudo 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. Os resultados apontam 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. A PTF da Mesorregião Leste, teve no período a segunda maior taxa anual de crescimento, com 0,13 pontos percentuais de diferença para a líder. O desempenho do Leste está ligado ao incremento no índice do produto nos dois últimos Censos, advindas das culturas irrigadas por pivô central. Norte e Noroeste tiveram trajetórias, onde produtos da pecuária que foram as principais participações no valor agropecuário tiveram incrementos no índice do produto menores se comparados com produtos agrícolas, desde 1970 até 2017. 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: Modernização; Agropecuária; Índice de Törnqvist; Censo Agropecuário

Abstract

During the 1970s, the process known as agricultural modernization began in the state of Goiás, two decades later than its onset in Brazil, mainly facilitated by public policies aimed at regional development and rural financing. This study aimed 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 analyzed TFP between 1970 and 2017, with product and input indices calculated using the Törnqvist index (1936). The study's contribution lies in two aspects: i) to the literature, it contributes with a geographically and regionally focused study that has not yet been explored; ii) it fills a gap for a detailed analysis of the state of Goiás. The results indicate that since 1970, agricultural productivity in the Southern Mesoregion has grown at a higher level than that observed in the state of Goiás and adjacent mesoregions, with the capital index growing from the same decade onwards, surpassing those of labor and land indices. The TFP of the Eastern Mesoregion had the second-highest annual growth rate during the period, with a difference of 0.13 percentage points from the leader. The performance of the East is linked to an increase in the product index in the last two censuses, resulting from irrigated crops by center pivot systems. The North and Northwest had trajectories where livestock products, the main contributors to agricultural value, had lower product index increases compared to agricultural products from 1970 to 2017. Meanwhile, the Central region diverged from the state average of agricultural TFP as land use for activity and labor experienced declines from 1985 onwards, resulting in the lowest average TFP growth during the analyzed period.

Key words: Modernization; Agriculture; Törnqvist index; Agricultural Census

1. Introdução

Ao longo da história goiana, o agronegócio desempenha papel importante na economia do estado. Surgindo como atividade complementar à exploração de ouro, onde 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. 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.

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.

Além desta introdução o trabalho possui mais cinco seções: um panorama sobre as mesorregiões de Goiás, seguida pela revisão de literatura na terceira, da metodologia empregada na quarta seção, dos resultados na penúltima e das considerações finais na sexta seção.

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. Segundo o Instituto Mauro Borges - 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 1 na página seguinte, mostra o mapa do estado de Goiás, com as delimitações de suas Mesorregiões.

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, as Figuras 2, 3, 4 e 5 mostram a discrepância do panorama entre as Mesorregiões se comparadas com o Sul de Goiás. A diferença é mais acentuada se considerada a produção e área colhida das produções agrícolas, dado que quatro dos principais municípios produtores de grãos do estado são do Sul. Além disso, a mesorregião lidera em porcentagem o rebanho bovino e a produção leiteira. Contudo, há de se considerar que a Mesorregião Sul é mais numerosa em municípios e é

consideravelmente maior 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.

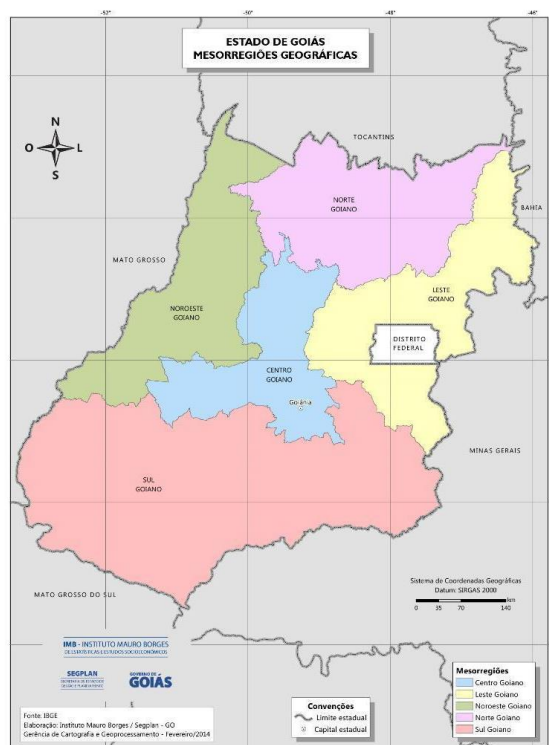


Figura 1: Mapa geográfico do Estado de Goiás delimitadas suas Mesorregiões.
Fonte: IMB – Mapas

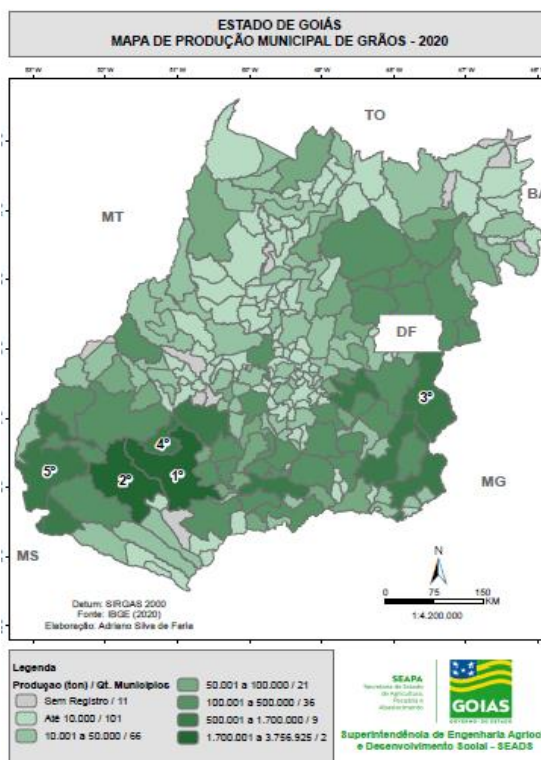


Figura 2: Mapa de produção municipal de grãos em Goiás – 2020.
Fonte: IMB – Mapas

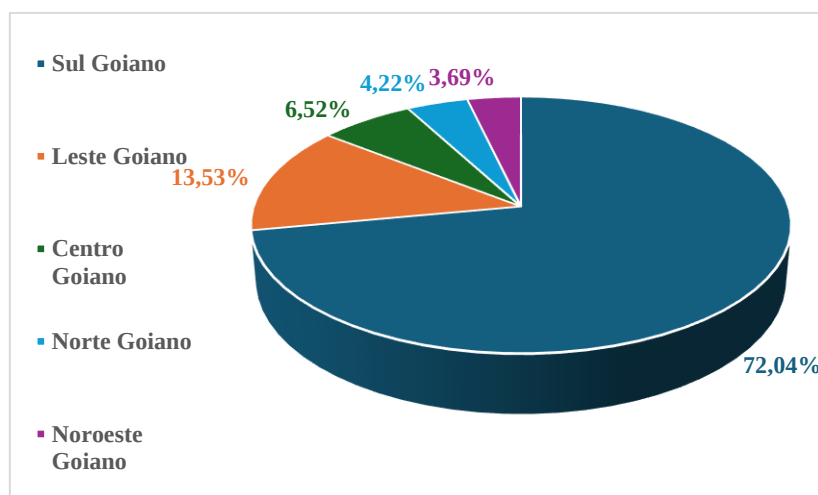


Figura 3: Percentual da área colhida de lavouras nas Mesorregiões de Goiás - 2022
Fonte: Elaborado pelo autor com dados da PAM-IBGE (2022).

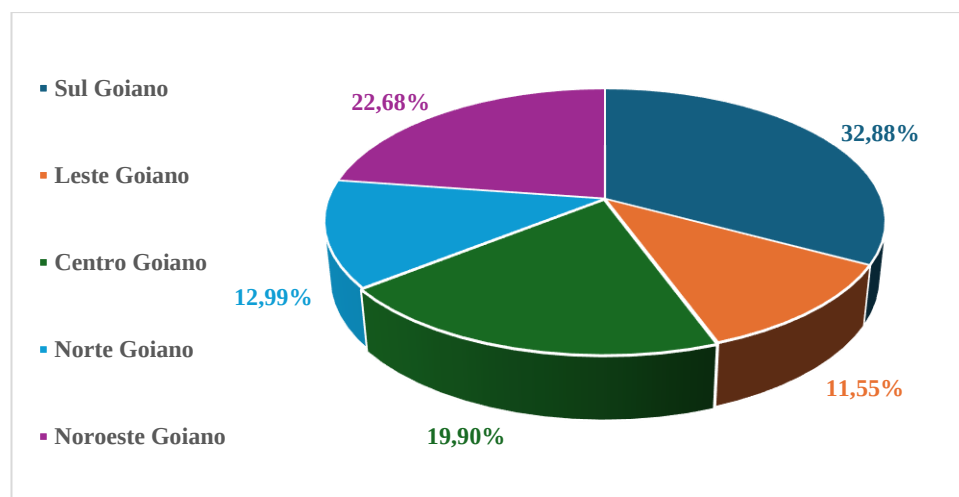


Figura 4: Percentual do Rebanho Bovino nas Mesorregiões de Goiás - 2022
Fonte: Elaborado pelo autor com dados da PAM-IBGE (2022).

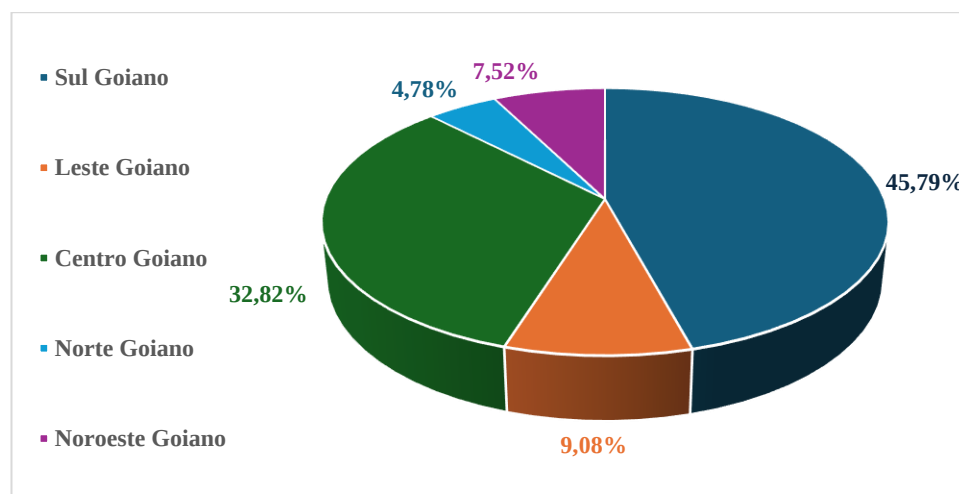


Figura 5: Percentual da Produção leiteira nas Mesorregiões de Goiás - 2022
Fonte: Elaborado pelo autor com dados da PAM-IBGE (2022).

3. Revisão da literatura

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, utilizado nesse estudo, e o de Malmquist, atribuídos respectivamente a Leo Törqvist (1936) e a Sten Malmquist (1953).

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. Tendo surgido do artigo pioneiro de Solow (1956), importantes autores e suas obras retratam o conceito da PTF, utilizando-o como apoio à temas relevantes do desenvolvimento econômico. Formalmente, ao se referir à produtividade na economia, temos uma função de produção do tipo:

$$Y_{it} = A_{it} F(X_{it}) \quad (1)$$

Sendo Y o *output* do agente econômico genérico (país-estado/empresa/setor) i no tempo t com um vetor $(1 \times N)$ 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 $F(.)$, 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 concepção 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. 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. Evidências Internacionais

Trabalhos com diferentes objetivos finais, se destacam no uso da PTF como método de análise para se alcançar tais objetivos. 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 se fazia 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.

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 0,9% 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.

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.

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.

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.

3.2. Evidências Nacionais

Como visto no subitem 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 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, 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.

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).

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 Teixeira (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. 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.

4. Metodologia

A metodologia comumente utilizada na literatura que trata da agropecuária, e utilizam de dados contínuos, é o índice de Divisia adaptado para 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:

$$\text{Produtividade} = \frac{f(Y_1, \dots, Y_m)}{g(X_1, \dots, X_n)} \quad (1)$$

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):

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

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 (2), a expressão geral do índice, é dada por:

$$\ln \left(\frac{PTF_t}{PTF_{t-1}} \right) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (S_{it} + S_{it-1}) \ln \left(\frac{Y_{it}}{Y_{it-1}} \right) - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (C_{jt} + C_{jt-1}) \ln \left(\frac{X_{jt}}{X_{jt-1}} \right) \quad (3)$$

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 (3). 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:

$$Y_t^e = Y_t \cdot Y_{t-1}^e$$

$$Y_{t+1}^e = Y_{t+1} \cdot Y_t^e$$

$$Y_{t+2}^e = Y_{t+2} \cdot Y_{t+1}^e, \quad \text{e assim sucessivamente.}$$

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 (3) ou através da razão entre os índices agregados do produto e do insumo.

Acerca dos dados obtidos para cálculo do índice do produto para a PTF foram usados os referentes às produções de todas as lavouras temporárias, todas as lavouras permanentes, da horticultura, da extração vegetal e da silvicultura, que tiveram registro de quantidade produzida e valor vendido em ao menos um censo agropecuário. 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 foram representados para o índice do produto 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, e também por outros produtos de origem animal como o leite de vaca, o ovo de galinha, mel etc.

Os insumos que fizeram parte do cálculo do índice do insumo foram basicamente 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, para os dados a energia elétrica e combustíveis líquidos, uma vez que alguns desses combustíveis tiveram observações apontadas apenas nos primeiros censos agropecuários.

A energia elétrica corresponde 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.

5. Resultados

Ao comparar as Mesorregiões com o estado de Goiás na Figura 6, 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 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.

Na Mesorregião Leste, a PTF superou a da Mesorregião Sul em 2006, apesar de sua produção agropecuária ser menos concentrada. As principais produções agropecuárias da Mesorregião Sul representaram aproximadamente 64% e 60% do VBP agropecuário da Mesorregião Leste em 2006 e 2017, respectivamente. Na Leste, há uma maior ênfase em culturas agrícolas que utilizam a irrigação por pivô central, impulsionada pela presença do município de Cristalina, que detém a maior área irrigada por pivô central da América Latina e figura entre os TOP-10 de maiores PIBs agropecuários do Brasil. Produções beneficiadas pela irrigação, como batata-inglesa, feijão, milho verde, cebola e café, apresentaram índices positivos nos Censos de 2006 e 2017 na Mesorregião Leste, enquanto na Sul, com exceção do feijão, essas produções não registraram índices diferentes de 0, com o feijão apresentando índice negativo em 2006 e positivo 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.

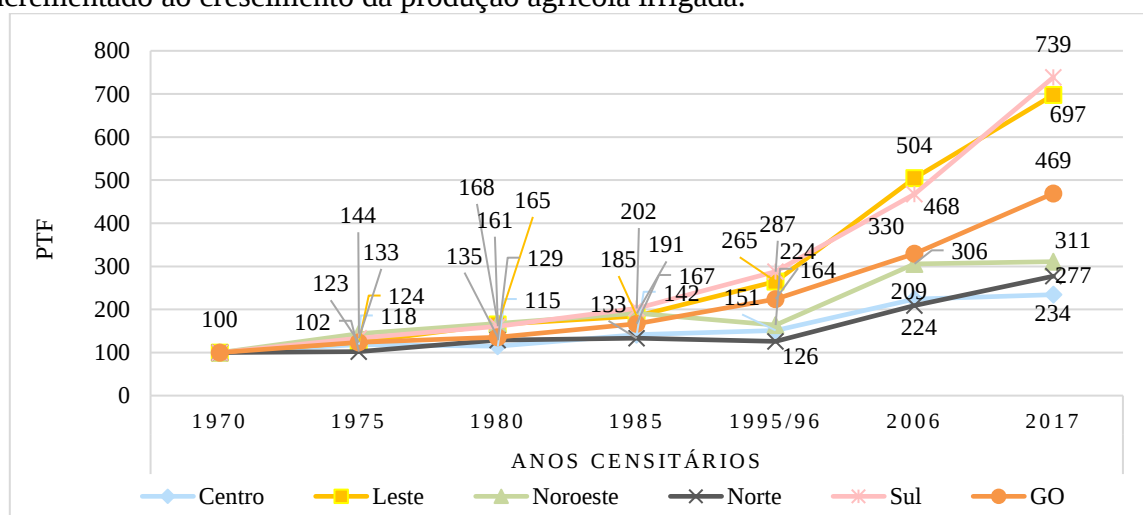


Figura 6: Evolução da PTF Goiana e suas Mesorregiões

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 1 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, Noroeste e Norte 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 1: 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 7, 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 entre observações, 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 Canto 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.

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.

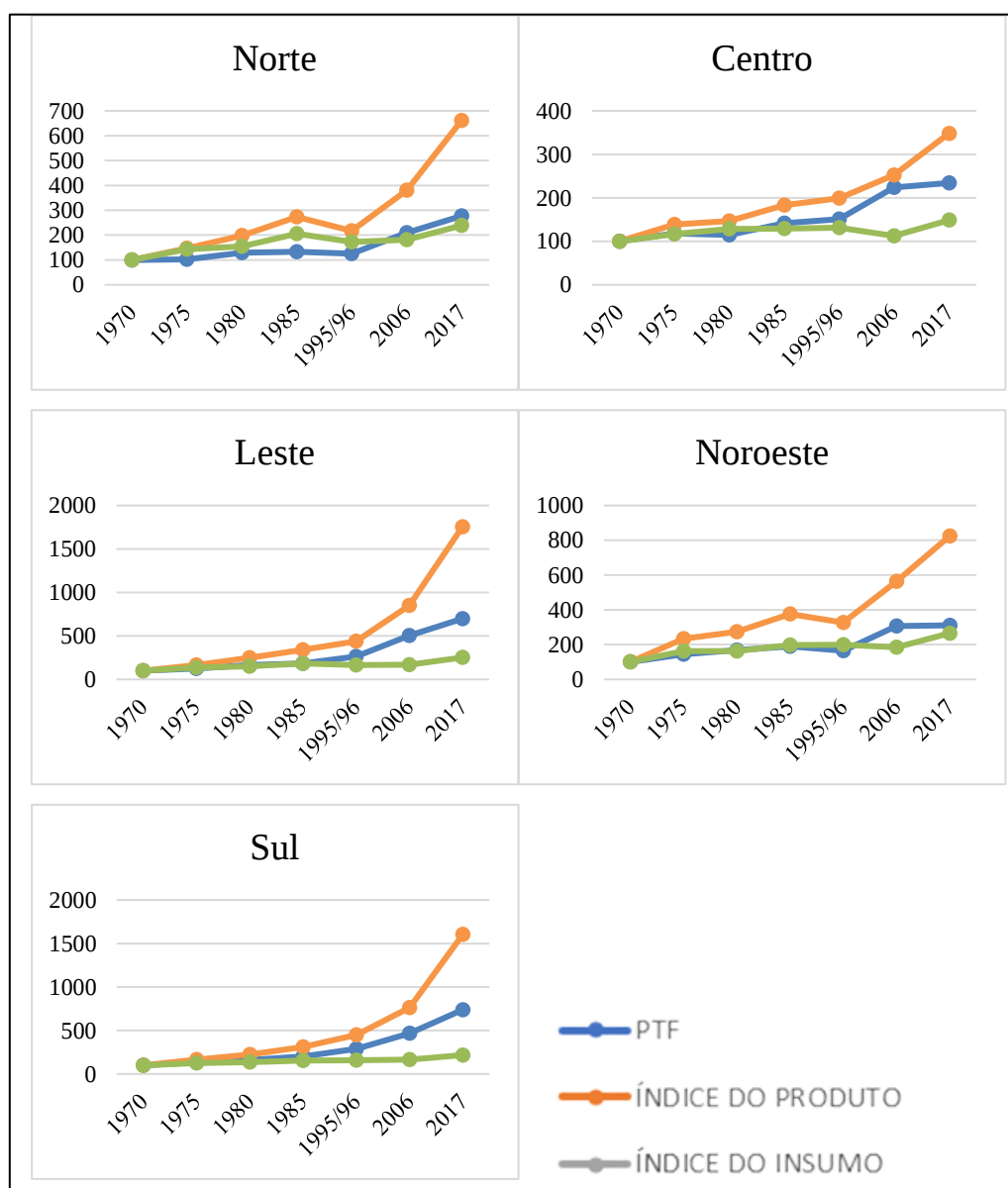


Figura 7: PTFs e Índices do Produto e do Insumo: Mesorregiões de Goiás

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 2, mostra as taxas geométricas de crescimento anual, de modo parcial. O que se vê, analisando em conjunto os números de produtividades parciais na tabela citada, 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 2: 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.

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%. 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 para a produtividade da terra, 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.

6. Considerações Finais

O estudo proporcionou uma análise detalhada e comparativa da produtividade agropecuária nas mesorregiões de Goiás, preenchendo uma lacuna na literatura até então não explorada. Embora Souza e Teixeira (2014) tenham abordado uma análise ainda mais regionalizada das Microrregiões Goianas, focando em três culturas agrícolas e em um período mais curto de 1985 a 2006, utilizando a metodologia malmquistiana, este estudo trouxe dados abrangentes sobre o desempenho da produtividade para as cinco mesorregiões goianas. Isso

permitiu identificar os melhores e piores desempenhos, detalhando as taxas geométricas de crescimento anual da PTF e das produtividades parciais, calculadas pela razão entre as PTFs e os índices parciais dos insumos.

Com base nesses resultados e na estrutura produtiva de cada mesorregião, os formuladores de políticas podem usar este estudo para complementar o conhecimento existente na vasta literatura agropecuária regional disponível. Isso possibilita análises produtivas, geográficas, governamentais e históricas sobre a formação do setor agropecuário em Goiás. A análise das produtividades mesorregionais, aliada às análises existentes na literatura, pode fornecer *insights* sobre como um "case de alta produtividade" pode ser aplicado ou não a um "case de baixa produtividade" agropecuária.

Confirmamos a hipótese de que a Mesorregião Sul se destaca em termos de índices da PTF em relação às outras mesorregiões goianas. O Sul Goiano teve a maior taxa de crescimento anual da PTF e das produtividades parciais do trabalho e da terra. A única exceção foi o índice de produtividade parcial do capital, onde a Mesorregião Sul não teve a maior taxa de crescimento anual. Como maior produtora do estado, a Mesorregião Sul também exerce uma forte influência sobre a trajetória da produtividade agropecuária de Goiás, consolidando seu papel como referência nacional em uma região composta outros estados com diversas potências agropecuárias destacadas no cenário nacional.

Outra mesorregião, a Leste, também apresentou resultados satisfatórios em termos de PTF agropecuária. Embora sua taxa de crescimento anual da PTF seja ligeiramente menor que a da Mesorregião Sul, quando consideramos o crescimento entre censos, a liderança é assumida pelo Leste, com uma taxa ligeiramente superior à Sul. A Mesorregião Leste demonstrou uma estrutura agrícola diferente, com o uso da técnica de irrigação por pivô central, que resultou em ganhos de produtividade neste século, deslocando parte do foco produtivo para produtos com uma cadeia comercial mais alinhada à demanda e ao consumo internos. As demais mesorregiões apresentaram taxas de crescimento da PTF inferiores à média estadual durante o período estudado. A baixa adesão das mesorregiões Noroeste e Norte à agricultura, juntamente com o crescimento demográfico central, dissociaram o crescimento dessas mesorregiões da média estadual.

Como ponto forte, este estudo oferece um método dentro da literatura que investiga a produtividade, um tema relevante na economia global, por meio do uso do índice de Törnqvist, já validado para o estudo da PTF agropecuária. No entanto, as limitações incluem a abordagem do índice, que considera apenas a hipótese de que a produção é totalmente eficiente em termos de uso da tecnologia. Portanto, expansões no estudo, incluindo o cálculo de índices que avaliam a eficiência em fronteira para comparação com os resultados do índice utilizado aqui, seriam pertinentes. Além disso, houve limitações na coleta de dados devido à falta de informações sobre insumos em alguns censos, o que exigiu a busca por outras fontes de dados e diferentes técnicas de coleta.

As dificuldades inerentes ao trabalho com produtividade agropecuária, citadas na literatura nacional, levaram a subestimações, especialmente no que diz respeito ao índice de insumos. Itens como benfeitorias, instalações, estoque de animais de trabalho e depreciação das lavouras permanentes não foram considerados devido à falta de dados nos Censos Agropecuários. Outros insumos, principalmente os utilizados na pecuária, não foram incluídos devido à falta de dados quantitativos nos censos. Como resultado, a representatividade do gasto com alimentação de animais e medicamentos na agropecuária goiana foi subestimada.

Como agenda futura, sugere-se uma regionalização ainda mais detalhada dos estudos para Goiás, incluindo microrregiões e até mesmo municípios. Compreender as diferenças de produtividade de forma mais precisa tem o poder de fornecer dados que contribuam para a discussão sobre as motivações para a heterogeneidade ou homogeneidade do desempenho

regional, além de auxiliar na tomada de decisões. Além disso, há a possibilidade de comparar mesorregiões e microrregiões de outros estados brasileiros, bem como explorar outras metodologias de cálculo da PTF, como o índice de Malmquist ou de Törnqvist-Theil, que podem enriquecer ainda mais o estudo. Comparar as taxas de crescimento anual entre PTFs derivadas desses diferentes índices seria uma linha interessante para pesquisas futuras.

Referências

- 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/deci.12421>
- 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.
- 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>
- COELLI, T. J.; RAO, D. S. 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>
- COMIN, D. Total factor productivity. In: **Economic growth**. Palgrave Macmillan, London, 2010. p. 260-263. DOI: 10.1057/9780230280823_32
- 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>
- 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>
- 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>

- 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)
- 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>
- 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>
- 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](https://doi.org/10.11606/D.11.2018.tde-20181127-161644)
- 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. 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>
- 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
- VIEIRA FILHO, J. E. R. **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. 2016. URL: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6876>