

GABRIELA FERNANDA SILVA CARVALHO

**ANÁLISE DOS RETORNOS DAS DESPESAS PÚBLICAS NA AGRICULTURA
BRASILEIRA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Mateus de Carvalho Reis Neves

Coorientadores: Marcelo José Braga

Felipe de Figueiredo Silva

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2023**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T

C331a
2023

Carvalho, Gabriela Fernanda Silva, 1995-

Análise dos retornos agrícolas das despesas públicas municipais com a agricultura / Gabriela Fernanda Silva Carvalho. – Viçosa, MG, 2023.

1 dissertação eletrônica (54 f.): il. (algumas color.).

Inclui anexo.

Orientador: Mateus de Carvalho Reis Neves.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Economia Rural, 2023.

Referências bibliográficas: f. 45-52.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2023.322>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Função produção (Teoria econômica). 2. Despesa pública. 3. Produtividade agrícola. I. Neves, Mateus de Carvalho Reis, 1986-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Economia Rural. Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada. III. Título.

CDD 22. ed. 338.01

Bibliotecário(a) responsável: Bruna Silva CRB-6/2552

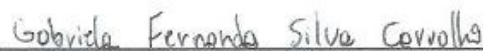
GABRIELA FERNANDA SILVA CARVALHO

**ANÁLISE DOS RETORNOS DAS DESPESAS PÚBLICAS NA AGRICULTURA
BRASILEIRA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de fevereiro de 2023.

Assentimento:



Gabriela Fernanda Silva Carvalho
Autora



Mateus de Carvalho Reis Neves
Orientador

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e por guiar meus passos e proporcionar minha vinda à Viçosa, e iniciar como também concluir uma fase importante de minha vida, mesmo diante dos obstáculos e contratempos.

Aos meus pais, Eliane e José Célio, pelo amor, carinho e o apoio incondicional, mesmo eu estando longe fisicamente. A minha irmã, Luíza, pela torcida e apoio em Viçosa.

Aos meus amigos que não estão em Viçosa que mesmo longe sempre me incentivaram e acreditaram em mim, em especial Eric, Maria e Vinícius. Aos amigos da UFV, em especial aos amigos do DER e a turma do tênis, que foram importantes companheiros nos desafios.

Ao meu orientador Professor Mateus pela paciência, disponibilidade, apoio e conselhos, além de sempre me incentivar a buscar o melhor de mim neste trabalho. Obrigado por compartilhar um pouco do seu conhecimento.

Aos meus coorientadores os professores Marcelo e Felipe pelos ensinamentos e questionamentos compartilhados, que foram importantes para a realização desse trabalho. Aos professores Carlos Otávio, Marcelo Ferreira e Rafael Campos pelas contribuições e observações feitas para que o presente trabalho pudesse ser melhorado desde a sua primeira análise.

Aos professores do Departamento de Economia Rural por todos os ensinamentos compartilhados. Agradeço também aos funcionários do departamento, em especial a Margarida. À Professora Viviani pelas palavras de incentivo e de calma.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Por fim, À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

RESUMO

CARVALHO, Gabriela Fernanda Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2023. **Análise dos retornos das despesas públicas na agricultura brasileira**. Orientador: Mateus de Carvalho Reis Neves. Coorientadores: Marcelo José Braga e Felipe de Figueiredo Silva.

Esse trabalho busca mensurar a influência dos gastos públicos relacionados ao setor agrícola na produtividade agropecuária dos municípios brasileiros, no ano de 2017, incluindo a variável de gastos públicos municipais no modelo. Para tal objetivo, foi estimado uma função de produção do tipo Cobb Douglas pelo método dos momentos generalizado (GMM) com efeito fixo (variável de Unidades Federativas), visto que esta especificação permite diferenças entre cada unidade espacial na forma de um efeito fixo individual. Foram utilizados os dados: do Censo Agropecuário de 2017 para os insumos agrícolas; os dados do Finanças do Brasil (Finbra) para as despesas empenhadas dos municípios, do Banco Central em relação ao montante de crédito e por fim, foi utilizado dados do *Terrestrial Hydrology Research Group* (THRG) em relação as variáveis climáticas (temperatura e precipitação). Os principais resultados foram que as despesas tecnológicas, mão de obra, máquinas, montante de crédito e a parcela de extensão são significativas e apresentam influência positiva na produtividade da agropecuária e por fim, as despesas empenhadas dos municípios com interação com a macrorregião apresentam influência positiva, porém apenas para uma das cinco macrorregiões: Nordeste. Apesar da região nordeste apresentar significância, nem todos os estados apresentaram significância, sendo que os estados significativos foram: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Sergipe. Os resultados ressaltam que os gastos públicos são importantes na produtividade agrícola brasileira, porém existem indícios que se a comunicação entre Estado e o produtor rural fossem mais claras, bem como as regras dos programas de políticas públicas, os gastos seriam mais eficientes e teriam melhores resultados.

Palavras-chave: Gastos públicos. Função da produção. Produtividade agrícola. Método dos Momentos Generalizados.

ABSTRACT

CARVALHO, Gabriela Fernanda Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February 2023. **Analysis of returns on public expenditure in Brazilian agriculture**. Advisor: Mateus de Carvalho Reis Neves. Co-advisors: Marcelo José Braga and Felipe de Figueiredo Silva.

This research seeks to measure the influence of public expenditures related to the agricultural sector on the agricultural productivity of Brazilian municipalities, in the year 2017, including the variable of municipal public expenditures in the model. For this purpose, a Cobb Douglas-type production function was estimated by the generalized method of moments (GMM) with fixed effect (variable of Federative Units), since this specification allows differences between each spatial unit in the form of an individual fixed effect. Data were used: from the 2017 Agricultural Census for agricultural inputs; data from Finance in Brazil (Finbra) for the committed expenses of municipalities, from the Central Bank in relation to the amount of credit and finally, data from the Terrestrial Hydrology Research Group (THRG) in relation to climate variables (temperature and precipitation). The main results were that technological expenses, labor, machines, amount of credit and the extension portion are significant and have a positive influence on the productivity of agriculture and finally, the expenses committed by municipalities with interaction with the macro-region have a positive influence, but only for one of the five macro-regions: Northeast. Despite the northeast region being significant, not all states were significant, and the significant states were: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba and Sergipe. The results emphasize that public spending is important for Brazilian agricultural productivity, but there are indications that if communication between the State and the rural producer were clearer, as well as the rules of public policy programs, spending would be more efficient and would have better results.

Keywords: Public spending. Production function. Agricultural productivity. Method of Generalized Moments.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise descritiva das variáveis – Nacional	26
Tabela 2 - Análise descritiva das variáveis – Regiões	26
Tabela 3 - Estimativa dos parâmetros da função de produção com interação com macrorregiões.....	30
Tabela 4 - Estimativa dos parâmetros da função de produção com interação com os estados	54
Tabela 5 - Correlações entre as variáveis em nível – Nacional	52
Tabela 6 - Correlações entre as variáveis em nível – Nordeste	53
Figura 1 – Mapa de distribuição das despesas empenhadas	48
Figura 2 – Mapa de distribuição do Montante de Crédito	48
Figura 3 - Mapa de distribuição da Mão de Obra	49
Figura 4 – Mapa de distribuição do Valor da produção	49
Figura 5 - Mapa de distribuição dos Números de Estabelecimento	50
Figura 6 - Mapa de distribuição das Despesas Tecnológicas	50
Figura 7 - Mapa de distribuição das Máquinas	51
Figura 8 - Mapa de distribuição dos Estabelecimentos que contrataram Extensão Rural	51
Figura 9 - Mapa de distribuição por Porcentagem De Estabelecimentos com Extensão Rural	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de distribuição das despesas empenhadas	48
Figura 2 – Mapa de distribuição do Montante de Crédito	48
Figura 3 - Mapa de distribuição da Mão de Obra	49
Figura 4 – Mapa de distribuição do Valor da produção	49
Figura 5 - Mapa de distribuição dos Números de Estabelecimento	50
Figura 6 - Mapa de distribuição das Despesas Tecnológicas	50
Figura 7 - Mapa de distribuição das Máquinas	51
Figura 8 - Mapa de distribuição dos Estabelecimentos que contrataram Extensão Rural.....	51
Figura 9 - Mapa de distribuição por Porcentagem De Estabelecimentos com Extensão Rural	51

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 Considerações iniciais	9
1.2 O problema e sua importância	12
1.3 Hipótese	16
1.4 Objetivos	16
1.4.1 Objetivo geral	16
1.4.2 Objetivos específicos	16
2 REVISÃO DE LITERATURA E REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Revisão de literatura.....	17
2.2 A função de produção.....	20
2.2.1 Propriedades da função de produção	20
2.2.2 Formas funcionais da função de produção	21
3 METODOLOGIA	24
3.1 Modelo empírico.....	24
3.2 Dados: fonte e tratamento.....	25
4. RESULTADOS E ANÁLISE.....	29
4.1 Descrição dos dados	29
4.2 Resultados da função de produção	36
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	45
ANEXOS	53
A.1 Tabelas de Correlação das Variáveis	53

1. Introdução

1.1 Considerações iniciais

Os gastos do governo com a agricultura se fazem presentes desde a década de 1930, porém ganharam destaque entre as décadas de 1960 e 1970 com a forte presença Estatal por meio de investimentos em pesquisa e concessão de crédito (SANTOS; FREITAS, 2017). Esses gastos, proporcionaram ao setor um aumento de produtividade e a modernização tecnológica (SANTOS; FREITAS, 2017). Além disso, a presença do Estado dentro desse setor é recorrentemente ligada ao risco entre os agentes, ou seja, o Estado é responsabilizado por parte dos custos com oferta de bens essenciais e na mitigação dos riscos climáticos e de pragas (SANTOS; FREITAS, 2017).

Contudo, devido à crise econômica entre o ano de 1980 e final da década de 1990, houve uma redução da participação da parcela destinada a agricultura no gasto total de 5,75% no início da década de 1980 para 2,11% entre 1995 e 1999 (GASQUES, 2001; SANTOS; FREITAS, 2017). A queda na participação no gasto total não foi apenas por conta de aspectos relacionados à eficiência ou de redução de custos, mas também pode estar ligada à natureza do gasto público e à inserção da iniciativa privada (GONZALEZ; COSTA, 1998).

Embora o cenário fosse de queda na participação da agricultura nos gastos totais, foi possível verificar aumentos na produtividade da lavoura. Por exemplo, a safra de soja passou de 1.088 kg/ha no período 1968/70 para 1.984 kg/ha nos anos de 1992/93 e, no mesmo período, foi observado que a produtividade do milho foi de 1.283 kg/ha para 2.407 kg/ha (GONZALEZ; COSTA, 1998). Apesar da redução da participação do governo no setor durante as décadas de 1980 e 1990 e da inserção da iniciativa privada, a principal política governamental da época - crédito rural - foi a responsável pela expansão do Produto Interno Bruto (PIB) agrícola em subperíodos antes da crise - final da década de 1970 - e na segunda metade da década de 1980 (GONZALEZ; COSTA, 1998).

O crédito rural é o principal instrumento de política até os tempos atuais, sendo que a oferta de crédito rural para a agricultura mais do que quintuplicou ao longo da década de 2000-2010, passando de R\$ 20,54 bilhões em 2002/2003 para R\$ 115,25 bilhões na safra 2012/2013 (BUAINAIN *et al.*, 2014). A partir dos anos de 1990 o governo acrescentou novas preocupações ligadas não apenas ao lado operacional do setor, como por exemplo, as questões sociais, entre as ações destacam-se o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e o Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural (Pronamp).

O Pronaf e o Pronamp são dois exemplos de ações governamentais que buscam proporcionar aos pequenos e médios produtores acesso às novas tecnologias por meio do crédito subsidiado, da comercialização da produção e oferta de assistência técnica (BUAINAIN; GARCIA, 2013). Nesse sentido, existem programas que juntamente com o Pronaf buscam criar mercados institucionais para o escoamento de parte da produção familiar e aumentar a oferta de alimentos por meio da modernização dos processos produtivos, como por exemplo: Programa de Aquisição de Alimentos (PAA); Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e Programa Mais Alimentos (BUAINAIN *et al.*, 2014). Em outras palavras, o governo criou instrumentos para incentivar e melhorar a produtividade dos pequenos produtores, com o objetivo de aumentar a oferta de produtos da agricultura familiar, facilitar a venda desses produtos para outros estabelecimentos governamentais (por exemplo, escolas), garantir acesso a alimentos de qualidade e com regularidade para a população mais vulnerável à insegurança alimentar e promover a inclusão social (BRASIL, 2003; BUAINAIN *et al.*, 2014).

Desta forma, é possível destacar como os principais instrumentos de política agrícola do Brasil: programas de crédito (visam fornecer financiamento aos agricultores para investimentos em atividades agrícolas, com taxas de juros mais baixas do que as oferecidas pelo mercado financeiro convencional); subvenções (visam apoiar a produção agrícola, através da oferta de incentivos financeiros aos agricultores); seguro agrícola (visam proteger os agricultores contra perdas de produção devido a eventos climáticos adversos, como secas ou inundações); programas de assistência técnica e extensão rural (visam fornecer orientação técnica e apoio aos agricultores na implementação de práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis) e comercialização (visam apoiar a comercialização dos produtos agrícolas, através de programas de garantia de preços e de promoção de exportações) (BACHA, 2012). Estes instrumentos visam aumentar a competitividade da agricultura brasileira, melhorar a qualidade de vida dos agricultores e assegurar a segurança alimentar do país.

O crédito rural por ser o principal instrumento da política agrícola brasileira detém a maior parcela dos gastos governamentais, sendo que estes gastos influenciam as variáveis importantes para a agricultura, como PIB agrícola e a produtividade total dos fatores (PTF)¹ – esta última com influência direta no crescimento da produção. Assim, a relação entre crédito rural e PTF pode ser explorada, elucidando questões sobre esse instrumento e o real crescimento

¹ A produtividade total dos fatores (PTF), que tem a pretensão de indicar a eficiência com que a economia combina a totalidade de seus recursos para gerar produto. Os primeiros se referem aos insumos que são exógenos ao sistema produtivo, ou seja, aqueles cuja oferta é dada ao longo do período de cálculo – no caso da produtividade, normalmente anual. Estes são os casos da força de trabalho, terra e do estoque de capital da economia.

agrícola. Gasques, Bacchi, Bastos (2017) verificaram que a relação entre crédito e PTF foi positiva entre os anos 1996 a 2014, ou seja, um aumento no crédito levaria um aumento de PTF e conseqüentemente, da produção. Ao mesmo passo que o produto agropecuário – incluindo suínos, frangos, grãos, produção pecuária - cresceu mais de quatro vezes no período de 1975 a 2016 (GASQUES; BACCHI; BASTOS, 2018).

No caso do Brasil, Silva e Ferreira (2016) evidenciam que gastos com pesquisa e tecnologia são fatores determinantes na explicação do crescimento da PTF. Isso ocorre devido ao fato de o crescimento agrícola ser dependente, principalmente, da disponibilidade das tecnologias agrícolas e do uso delas de modo apropriado pelos produtores, sendo a pesquisa a principal forma de desenvolver e criar as tecnologias (MOGUES; FAN; BENIN, 2015; SILVA; FERREIRA, 2016). Uma grande parcela das pesquisas nos anos 1990 e 2000 até os dias de hoje foram de responsabilidade das organizações públicas de pesquisa – Universidades, institutos estaduais de pesquisa ou via Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (SALLES-FILHO; BIN, 2014).

Porém em períodos mais recentes, a iniciativa privada tem ganhado destaque dentro da pesquisa e inovação no setor e essa inserção foi uma grande mudança de patamar da pesquisa agrícola, principalmente em dois pontos: insumos químicos e mecânicos (inclui, além dos veículos e implementos, equipamentos elétricos e, mais recentemente, eletrônicos) (SALLES-FILHO; BIN, 2014). É possível perceber que a inserção do setor privado não é apenas na pesquisa, mas também na oferta de crédito, assistência técnica, abertura de mercados e organização do negócio (GARCIA, 2014). Apesar da popularização e da maior participação da extensão privada, ainda é possível verificar que algumas dessas instituições estão interessadas em alguns perfis de agricultores específicos, como por exemplo as empresas de consultoria agrícola, em que via de regra estão ligadas a prestação de serviço de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) para grandes propriedades e empreendimento agrícolas (PEREIRA; CASTRO, 2021).

Em cenários mais recentes, o orçamento governamental voltado para a agricultura, sob responsabilidade do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), apresentou queda na participação em relação ao total de despesas do governo federal, correspondia a 0,48% em 2019 e passou para 0,36% em 2022 (BRASIL,2023). Ao mesmo passo que nesse mesmo período houve reajustes positivos no montante de crédito rural, porém também houve aumento da taxa de juros (BRASIL,2022). Esse último fato é importante destacar visto que a taxa de juros influencia no preço da contratação do crédito, sendo que um aumento na taxa de juros faz

com que o acesso ao crédito fique menos atraentes ao público (CASTRO; RESENDE; PIRES, 2013; DIAS; SILVA; COSTA, 2023).

O Brasil por ter uma ampla extensão territorial e diferenças regionais também apresenta demandas e perfil de gastos diferentes entre as regiões. As decisões orçamentárias no nível federal são importantes para as regiões, pois os orçamentos dos estados e dos municípios não são independentes do orçamento da União. Além da participação da União no orçamento das duas esferas menores, elas também arrecadam recursos via impostos, mas apresentam gastos direcionados para públicos diferentes das políticas nacionais, como promoção de extensão e assistência técnica (CASTRO, 2015). Como existe essa dependência orçamentária, qualquer alteração de montante no orçamento federal, tem efeito nos orçamentos de estados e municípios, ou seja, quedas/aumentos dos gastos federais com o setor agropecuário aumenta/reduzem a importância dos repasses aos estados e municípios, porque os cortes/aumentos na esfera federal impactam o nível de gastos das unidades federativas e municipais (AMARAL; BACHA, 2023; NUNES; SILVA; SÁ, 2020).

Além disso, a heterogeneidade entre as regiões e os tamanhos entre os municípios faz com que a análise a nível municipal passe a ser pertinente, como ressaltado por Dias, Silva e Costa (2023), Helfand e Levine (2004); Helfand, Magalhães e Rada (2015) e Helfand e Taylor (2021). Junto a isto, políticas que são adotadas na esfera federal, como a política de crédito, adotam critérios que levam em consideração as dimensões geográficas, o que podem afetar o montante de crédito disponível ou contratado entre municípios com características semelhantes, pois os ofertantes desse produto não têm uma distribuição geográfica homogênea, o que torna o processo de empréstimos mais complexo e gera mais incertezas para os produtores (ASSUNÇÃO; SOUZA; FIGUEREIDO, 2018; ASSUNÇÃO; SOUZA, 2018).

1.2 Problemas e suas importâncias

No Brasil por ser um país com heterogeneidades entre regiões e municípios passa a ser importante a análise dos gastos das esferas menores, pois devido às incertezas e ao fato das características e regras das políticas federais em alguns casos não serem claras, a participação municipal passa a ser um importante componente para o setor, pois pode ser um agente, junto ao governo federal, que consegue atuar de forma mais eficiente, direcionando os gastos municipais de forma mais efetiva (ASSUNÇÃO, SOUZA, FIGUEREIDO, 2018).

As despesas municipais referentes às ações de desenvolvimento agrícola e rural estão distribuídas em várias subcontas, sendo as principais: promoção da produção agrícola; estoque

de *commodities*² (usado como instrumento de política para manter os níveis de preços); promoção de extensão. Essas subcontas representaram, respectivamente, em média, 17%; 37% e 23% do total das despesas dos municípios com o setor agropecuário. Estas despesas em relação ao setor agrícola e rural correspondem em média 8,5% do orçamento municipal (MF/STN — Portaria nº 433) (BRASIL, 2011).

Uma forma de atuação da prefeitura é de incentivar a agricultura familiar. Com o intuito de atender lacunas deixadas pelo crédito, a prefeitura tem um importante papel de tentar criar possibilidades e dar visibilidade aos produtores e aos produtos cultivados pelos agricultores familiares da região, comprando produtos *in natura* ou com baixo nível de processamento. Essa atuação municipal pode incrementar seu mercado regional/municipal, com benefícios para os seus produtos locais a preços melhores do que os praticados no mercado, os tornando ainda mais competitivos (BACCARIN; OLIVEIRA, 2021; SOUZA-ESQUERDO; BERGAMASCO, 2014).

Outro tipo de gasto municipal que influência de maneira positiva no bem estar da comunidade é a extensão rural junto ao órgão estadual responsável, visto que são realizadas as ações de incentivo à produção agrícola e como elas têm gerado o desenvolvimento dentro do município (CASTRO; PEREIRA, 2017). Além da extensão pública, cooperativas, empresas de consultoria agrícola, empresas fornecedoras de insumos, empresas integradoras, associações de produtores, entre outras, estão atuando na oferta deste serviço de forma mais contundente (PEREIRA; CASTRO, 2021).

Diante disto, é possível verificar que os gastos municipais são direcionados para manter e aumentar a renda rural, principalmente por estar direcionados a agricultura familiar e a promoção das atividades educativas com extensão rural, bem como ações de gastos com compras dos produtores de pequeno porte (AMARAL; BACHA, 2023; NUNES; SILVA; SÁ, 2020; OECD, 2009).

A participação das prefeituras, do governo federal e dos agentes privados atuam buscando melhorias dentro do setor buscando o crescimento da PTF, porém é possível verificar que os avanços não são homogêneos, como evidenciado no trabalho de Santos e Braga (2013) que encontram resultados significativos do efeito do crédito na produtividade apenas na região nordeste do país, assim como no trabalho de Gasques *et al.* (2020) em que os autores encontram um aumento da PTF nacional entre os anos de 2006 e 2017, mas o crescimento entre as regiões foi desigual. Esses resultados podem evidenciar as imperfeições de mercado, visto que estas

² *Commodities* são os mais diversos tipos de mercadoria e matéria-prima e, as principais *commodities* agrícolas são: soja, café, laranja, milho, trigo, açúcar, algodão.

imperfeições impedem os agricultores de terem acesso às tecnologias de informação e consequentemente, os resultados não serão homogêneos nas regiões (SOUZA; GOMES, 2018). Essas imperfeições decorrem da assimetria no crédito à produção, infraestrutura, disponibilidade de informações, extensão rural e assistência técnica, entre outros (SOUZA; GOMES, 2018).

Um dos componentes importe para aumento da produtividade é o investimento nas infraestruturas logísticas. Trabalhos como Rada (2013) e Garcia e Vieira Filho (2019) abordam que gastos com melhorias com a logística são fundamentais para o desenvolvimento do setor, visto que essa variável afeta os custos de produção e consequentemente, a competitividade do setor. A falta de investimento em estradas pode interferir no processo de decisão e produção do produtor, visto que condições ruins de armazenamento podem inibir cultivos de culturas mais produtivas que necessita de assistência técnica ou insumos que estão disponíveis em locais de difícil acesso (FERREIRA; VIEIRA FILHO, 2020).

O investimento em infraestrutura, assim como o investimento em estradas, também é um componente essencial por englobar componentes de armazenamento, pois investir em armazenamento passa a ser relevante por fazer a função de estocar tanto o produto quanto os insumos. A falta desse componente pode ser um limitador da produção ou que impõe ao produtor fazer vendas de formas precipitadas (FERREIRA; VIEIRA FILHO, 2020). Porém gastos com os sistemas agrícolas de pesquisa, desenvolvimento e inovação, sistemas de inspeção e controle sanitário e infraestrutura agrícola após o *boom* das *commodities*, entre 2003 e 2011, apresentaram seguidas e sistemáticas quedas até 2020 que terminou com US\$ 1,75 bilhão (SILVA, 2021).

Os gastos governamentais devem facilitar o acesso do produtor aos componentes que visam o aumento de produtividade, porém é importante atuar de forma mais homogênea entre os agentes, caso contrário o resultado pode não ser o ótimo, como o caso da extensão rural. Braga, Vieira Filho e Freitas (2019) encontram resultados que maiores investimentos na política pública da Ater levam ao desenvolvimento no meio rural como um todo, porém a política foi mais eficiente aonde os agricultores apresentavam renda mais elevada, ou seja, o desenho da política colaborou para um aumento da desigualdade de renda no meio rural. O resultado destaca a importância da integração entre as políticas públicas buscando resultados melhores e mais efetivos, ou seja, quando a informação e a participação governamental são mais homogêneas e integradas levam a ter resultados melhores.

Os resultados dentro do setor agrícola são importantes, visto que o setor corresponde a aproximadamente 20% do valor do produto interno bruto (PIB) e é possível verificar que linhas

de créditos, como o Pronaf, apresentam participação e influência nas variações do PIB (CAMPOS, 2021, VITORINO; CARRARA, 2019).

Outro fator complicador é que os volumes e regras do crédito rural mudam de forma recorrente ao longo dos anos e diante disto é complexo de se calcular a disponibilidade de crédito, o que pode resultar em problemas de alocação e conseqüentemente, influenciando no investimento e a produção do setor (ASSUNÇÃO; SOUZA; FIGUEREIDO, 2018; ASSUNÇÃO; SOUZA, 2018), bem como concentração de recursos de modalidades de crédito, incluindo linhas voltadas para a agricultura familiar (BELIK, 2015).

Essa discussão sobre o crédito rural e os componentes que influenciam a produtividade do setor não está presente apenas no Brasil e pode ser verificada no trabalho de Zawojka (2013) que traz evidências empíricas sobre o nível de gasto público agrícola nos países da União Europeia e mostra que existe uma ligação entre a despesa pública atribuída à agricultura e o desempenho do setor, sendo que quando se tem um aumento de gastos gera um efeito positivo no crescimento da produção agrícola e pecuária. Em relação aos gastos com pesquisa para a mesma região, Vollaro, Raggi e Viaggi (2021) que avaliaram o impacto econômico dos investimentos públicos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) agrícola na Europa, utilizando painéis em 16 países europeus e empregando dados de produtividade e investimento. Os resultados encontrados são positivos com retornos dos investimentos públicos em P&D na produtividade agrícola entre 6,5% e 15,2%.

Matchaya (2020) explora uma relação entre as despesas públicas agrícolas e o crescimento do setor agrícola e os efeitos heterogêneos das despesas no crescimento agrícola, dependendo de quais subsetores da agricultura recebem os investimentos na África Austral por meio da análise de co-integração. Os resultados são que as despesas agrícolas são importantes para o crescimento do setor agrícola no Malawi, Eswatini (Suazilândia) e Zâmbia e que dentro dos setores agrícolas, investir em pesquisa e desenvolvimento, subsídios e em áreas negligenciadas (pecuária, pesca) podem expandir ainda mais o setor agrícola, indicando assim aos formuladores de políticas que devem aumentar os gastos públicos na agricultura, mas também que tem de ter uma maior eficiência das alocações intrasetoriais.

Heisey, Wang e Fugile (2011) evidenciam que a taxa de crescimento da PTF e conseqüentemente, aumento da produção da agricultura dos EUA foi em média de cerca de 1,5% ao ano nos últimos 50 anos. E por meio de simulações obtêm resultados que indicam que se os gastos públicos em P&D agrícola dos EUA permanecerem constantes (em termos nominais) até 2050, a taxa anual de crescimento da PTF agrícola cairá para menos de 0,75% e a produção agrícola dos EUA aumentará apenas 40% até 2050. Indicando que os gastos

públicos adicionais em P&D agrícola aumentariam produtividade agrícola e crescimento da produção.

Diante disto, Buainain *et al.* (2013) discutem o papel dos gastos públicos na agricultura brasileira, visto que a participação estatal no financiamento total da agricultura sofreu seguidas reduções ao longo dos anos, porém o financiamento ao setor não apresentou redução e pelo contrário, houve aumento do montante total. Os autores argumentam que essa crescente só é possível devido a participação do setor privado, não apenas no financiamento, mas também na oferta de insumos tecnológicos, assistência técnica e outras funções que, via de regra, são de responsabilidade do Estado. Por outro lado, a redução dos gastos federais com o setor agropecuário aumenta a importância dos repasses aos estados e municípios, porque os cortes na esfera federal impactam o nível de gastos das unidades federativas e municipais.

Dado esse cenário, esse trabalho busca responder: qual a influência dos gastos públicos relacionados ao setor agrícola na produção agropecuária dos municípios brasileiros no ano de 2017? Além disso, o trabalho busca contribuir com a literatura modelando a tecnologia agrícola como função de produção incluindo os gastos públicos municipais.

1.3 Hipótese

Os gastos públicos com o setor agrícola influenciaram positivamente a produtividade agropecuária no Brasil, no ano de 2017.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

Mensurar a influência dos gastos públicos relacionados ao setor agrícola na produtividade agropecuária dos municípios brasileiros, no ano de 2017.

1.4.2 Objetivos específicos

São objetivos específicos desse trabalho:

- a) mensurar os efeitos das alterações, via análise das elasticidades, no montante dos gastos públicos sobre a produtividade da agropecuária;
- b) analisar a influência dos gastos públicos no setor agrícola por macrorregião.

2. Revisão de literatura e referencial teórico

2.1 Revisão de literatura

Nesse tópico serão listados trabalhos nacionais e internacionais que abordam tópicos que auxiliaram na construção do modelo e nas variáveis do trabalho. Os trabalhos nacionais em sua maioria são para mensurar produtividade líquida dos insumos (*inputs*) na agricultura – terra, capital e trabalho - ou avaliar a significância estatística das elasticidades dos fatores de produção e de outras variáveis relacionadas às imperfeições de mercado que afetam a produção.

Souza, Gomes e Alves (2020) analisaram os microdados do Censo Agropecuário de 2017 por meio de uma fronteira estocástica do tipo Cobb-Douglas, em que renda bruta (soma de receitas de origem animal, receitas de origem vegetal e receita da agroindústria) é a variável dependente e os insumos utilizados foram trabalho, terra e insumos tecnológicos. Como resultado, os insumos tecnológicos apresentaram a maior elasticidade relativa, seguidos por mão de obra e terra, ou seja, os resultados sugerem que dos fatores produtivos os insumos tecnológicos têm uma importância maior na produção, seguido de mão de obra e terra.

Felema, Raiher e Ferreira (2013) mediram a produtividade líquida do trabalho e da terra no Brasil e buscaram identificar os fatores de produção que interferem nessas produtividades, com base nos dados do Censo Agropecuário de 2006. Utilizaram-se modelos de regressão linear múltipla e como resultado, concluíram que os melhores índices da produtividade do trabalho e da terra estão localizados principalmente nas regiões Sul e Sudeste. Por fim, a análise das estimativas demonstrou que as variáveis “insumos agropecuários” e “mecanização” apresentaram participação positiva na agropecuária da maioria dos estados brasileiros.

Alves, Souza e Rocha (2012) e Helfand, Magalhães e Rada (2015) também utilizaram em seus trabalhos os dados do Censo Agropecuário de 2006. Alves, Souza e Rocha (2012) buscaram verificar a influência dos *inputs* na renda bruta, sendo que renda bruta corresponde ao valor da produção por hectare. O trabalho adotou uma função de produção do tipo Cobb-Douglas para tal objetivo e utiliza três fatores produtivos para representar a fronteira de produção do Brasil, quais sejam: gastos com trabalho, gastos com terra e gastos com insumos tecnológicos (fertilizantes, rações, agrotóxicos, energia, máquinas e equipamentos, entre outros). Os autores chegam ao resultado de que o fator com maior influência sobre o aumento da renda bruta é o insumo tecnológico e a terra é o insumo com menor influência na renda bruta. Outra constatação importante nesse trabalho é o fato de que ao adotar a função do tipo Cobb-Douglas é necessário, pelas propriedades, que tenha retornos constantes, então uma conclusão indireta é que a agricultura brasileira apresenta retornos constantes e esse resultado é

corroborado por Helfand, Magalhães e Rada (2015). Esse último trabalho, adotou terra, trabalho familiar, insumos intermediários e estoque de capital (composto por máquinas, animais e árvores) como *inputs*, e também encontrou resultados que sugerem que existe retornos de escala no setor.

Em relação a variável de crédito, Borges e Parré (2022) e Gasques, Bacchi, Bastos (2017) verificaram que o crédito rural tem influência sobre o produto agropecuário. O primeiro trabalho analisou o período de 1999 até 2019 por meio de vetores autorregressivos e o segundo trabalho analisa de 1996 até 2016 utilizando vetores autorregressivos e autorregressão vetorial com correção de erros. Ambos concluíram que crédito rural gera uma resposta positiva no PIB agropecuário (uma variação de 1% no crédito rural leva a um aumento de 0,20% e 0,18%, respectivamente). Sendo que Gasques, Bacchi, Bastos (2017) também abordam a relação entre crédito rural e o valor bruto da produção e chegam à conclusão de que uma variação de 1% no crédito rural leva a um aumento de 0,4% no valor bruto da produção.

Freitas, Silva e Teixeira (2020) verificaram o efeito do crédito rural total, do Pronaf e do crédito obtido por outra fonte e/ou programa sobre duas medidas representativas do desempenho produtivo: o valor da produção e a eficiência técnica dos estabelecimentos agropecuários brasileiros, utilizando os dados do Censo Agropecuário 2017. Entre os resultados obtidos, verificou-se que, independentemente do tipo de crédito analisado, estabelecimentos representativos com alta incidência no recebimento do crédito estiveram associados a maiores níveis no VBP. Após controlar para diferenças nas características observáveis dos grupos de controle (estabelecimentos representativos com baixa taxa de produtores com financiamento) e tratamento (estabelecimentos representativos com alta taxa de produtores com financiamento), foi identificado maior influência do crédito oriundo de outras fontes que não o Pronaf. Embora os resultados tenham indicado resultados positivos do crédito no meio rural como um todo, há ainda impasses em relação à distribuição dos recursos que podem limitar a efetividade da política no meio rural brasileiro.

Por outro lado, Santos e Braga (2013) mensuraram os efeitos do crédito rural sobre a produtividade da terra e do trabalho nas grandes regiões brasileiras. Os autores utilizaram um modelo de restrição de crédito e no método do *propensity score* utilizando os microdados do Censo Agropecuário de 2006. Os resultados mostram que o crédito não foi efetivo para aumentar a produtividade dos fatores no setor agrícola, exceto para a região nordeste do Brasil.

Em relação aos trabalhos internacionais, Zhang *et al.* (2020) apresentam a análise das correlações quantitativas entre a produção de milho e seus fatores de influência na cidade de Daqing, China, estabelecendo um modelo de função de produção Cobb-Douglas. A

precipitação efetiva, a área de plantio de milho e as doses de fertilizantes e pesticidas foram selecionados como fatores influenciadores da produtividade do milho. Usando o modelo de função de produção Cobb-Douglas, foram calculadas a elasticidade de produção e o grau de influência de cada fator no aumento da produtividade de grãos. As taxas de aplicação de fertilizantes e pesticidas, precipitação efetiva e área de plantio tiveram efeitos positivos no aumento da produção de milho.

Wang *et al.* (2021) mensuraram a taxa de contribuição dos fatores de insumos agrícolas e taxa de contribuição do progresso tecnológico agrícola (ATP) para o ano de 1996 até 2018 estimando uma função do tipo Cobb-Douglas por meio do método *Hybrid Improved Bat Optimization Algorithm* (HIBA) no setor agrícola da província de Sichuan (China). Os resultados sugerem que despesas com insumos tecnológicos, mão de obra e terra são significativas e positivas em relação a produção.

Yuan (2011) analisa a variação temporal e espacial do insumo-produto agrícola e a relação entre a produção agrícola e os insumos na província de Hebei por meio de uma função de produção Cobb-Douglas em que área cultivada, área efetiva de irrigação, uso de fertilizantes, potência de maquinário agrícola, consumo de energia elétrica e a mão de obra são considerados como variáveis explicativas. Os resultados obtidos indicam que a área efetiva de irrigação, o uso de fertilizantes, a potência das máquinas agrícolas e o consumo de eletricidade têm uma tendência ascendente de 1999 a 2008, mas a área cultivada e a mão de obra apresentam uma tendência decrescente.

Vasyl'yeva (2021) verifica a influência dos fatores na formação do valor agregado bruto e na produção bruta do setor agrícola da economia da Ucrânia sob desenvolvimento sustentável usando a função de produção modificada do tipo Cobb-Douglas. A elasticidade do trabalho para a produção é maior do que a participação do capital. Junto a isto o trabalho indicou que é recomendado implementar medidas governamentais destinadas a aumentar a capacidade de recursos dos produtores agrícolas: subsídios para atualizações técnicas, empréstimos de investimento para novas capacidades, reembolso de despesas de capital para modernização da produção, compensação para investimento em sistema de recuperação de terras, implementação de programas científicos e política técnica no setor agrícola.

2.2 A função de produção³

A função de produção pode ser compreendida como a relação de insumos e produtos escritos de uma forma matemática. A forma geral pode ser assumida como:

$$Y(z) = 0 \quad (1)$$

Sendo que, z é o vetor m dimensional de valor real contendo as entradas utilizados e as saídas produzidas em um determinado período de tempo. Outra forma de escrever é separando as entradas e saídas, visto que é mais restritivo separar as categorias e reescrevendo a equação (1):

$$Y(y, x) = 0 \quad (1.2)$$

Donde x é um vetor n dimensional de entradas não negativos e y é um vetor $(m-n)$ dimensional de saídas não negativos. Logo, exclui-se a possibilidade de entradas e saídas negativos. Apesar de (1.2) ser a representação mais geral da tecnologia, assume que terá apenas um saídas, sendo assim, y pode ser tratado como um escalar e sendo assim, conveniente assumir:

$$y = f(x) \quad (1.3)$$

Então vale a ressalva que $f(x)$ seja de valor único, ou seja, para qualquer combinação única de entradas x gera um nível único de saídas. Chegando assim que presumisse que a função de produção produz sempre o máximo disponível.

2.2.1 Propriedades da função de produção

As propriedades de forma resumida podem ser listadas como:

a) Monotonicidade: se $x' \geq x$, então $f(x') \geq f(x)$

b) Monotonicidade estrita: se $x' > x$, então $f(x') > f(x)$

sendo que (a) e (b) implicam que unidades adicionais de qualquer entrada podem diminuir o nível de saídas. No caso da função de produção diferenciável, isso equivale a dizer que todas as produtividades marginais são positivas são positivas, mas apesar de isso ser quase universal, existe exceções.

c) Quase concavidade: $V(y) = \{x: f(x) \geq y\}$ é um conjunto convexo

d) Concavidade: $f(\theta x^0 + (1 - \theta)x^*) \geq \theta f(x^0) + (1 - \theta)f(x^*)$ para $0 \leq \theta \leq 1$

a letra (c) implica que o conjunto de entradas definido é convexo e conseqüentemente, que a lei da taxa marginal de substituição é válida. Já a letra (d) é uma reafirmação matemática da lei da produtividade marginal decrescente.

³ As seções 2.2 e 2.2.1 foram baseadas e retiradas de Chambers (1988).

e) Essencialidade Fraca: $f(0) = 0$, donde $f(0)$ é um vetor nulo

f) Essencialidade Estrita: $f(x_1, \dots, x_{i-1}, 0, x_{i+1}, \dots, x_n) = 0$ para todo x_i

A letra (e) significa que a produção de um produto estritamente positivo sem o comprometimento de recursos escassos é descartada. Porém, a letra (f) é menos intuitiva e mais restritiva em relação a letra (e), mas implica que todos os insumos são essenciais ao processo produtivo.

g) O conjunto $V(y)$ é fechado e não vazio para todo $y > 0$

A letra (g) implica que é sempre possível produzir qualquer produto positivo.

h) $f(x)$ é finito, não negativo, valor real e valor único para todos os x não negativo e finito,

i) $f(x)$ é contínua em toda parte

j) $f(x)$ é em todo lugar duas vezes continuamente diferenciável

Para finalizar, a propriedade (i) é útil para descartar saltos descontínuos na tecnologia e por fim, a propriedade (j) permite o cálculo diferencial na análise.

2.2.2 Formas funcionais da função de produção

Existem algumas formas funcionais, porém neste trabalho será abordado duas formas funcionais: a Cobb-Douglas⁴ (CD) e a função translog. As duas formas funcionais foram escolhidas, visto que estas formas funcionais são as mais utilizadas para empregadas examinaram a influência dos *inputs* agrícolas na produção por meio de uma função de produção, como em Souza, Gomes e Alves (2020), Yuan (2011), Vasyl'yeva (2021), Wang *et al.* (2021) e Zhang *et al.* (2020).

A função de produção de CD tem sido amplamente utilizada no estabelecimento de modelos de previsão econômica, medindo o progresso tecnológico e o papel de vários fatores de entrada no crescimento econômico. A forma original da função de produção de CD é a seguinte:

$$Y = AK^\alpha L^\beta \quad (2)$$

em que Y o valor do produto (*output*), A é o nível de tecnologia, K e L são os *inputs* de capital e trabalho respectivamente e α e β são os coeficientes da elasticidade de capital e trabalho, respectivamente.

⁴ Cobb e Douglas (1928).

Pode-se ver a partir do modelo de função de produção CD que os principais fatores que afetam a economia são a entrada de capital, trabalho e nível tecnológico. De acordo com a combinação de α e β , os três tipos a seguir são produzidos: retornos crescentes de escala, retornos constantes ou retornos decrescentes de escala.

A função é adaptável para vários fatores de produção e supondo que em vez de apenas capital e trabalho tenha agora n insumos (*inputs*) ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) no setor e Y representa o *output*, o modelo matemático passa a ser:

$$Y = AX_1^{\alpha_1} X_2^{\alpha_2} X_3^{\alpha_3} \dots X_n^{\alpha_n} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (3)$$

em que Y é a produção e X_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) representa os *inputs* i , α_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) é o coeficiente de elasticidade do i ésimo fator.

Aplicando-se o logaritmo nos dois lados da equação (3) tem-se:

$$\ln Y = \ln A + \alpha_1 \ln X_1 + \alpha_2 \ln X_2 + \dots + \alpha_n \ln X_n \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (4)$$

em que: a aplicação do logaritmo em ambos os lados de uma função do tipo CD revela que os valores estimados de α_i correspondem as elasticidades dos *inputs*. Algumas das características da função são: decomposição dos inputs (a produção total pode ser decomposta em uma contribuição proporcional de cada input, de acordo com sua respectiva elasticidade); elasticidade de substituição constante (a elasticidade de substituição entre inputs é constante, o que significa que a taxa na qual os inputs podem ser trocados uns pelos outros para produzir uma unidade adicional de output é constante); proporcionalidade (a função de produção Cobb-Douglas é proporcional, o que significa que a taxa de crescimento do output é igual à soma das taxas de crescimento dos inputs) e parâmetros positivos (todos os parâmetros na função de produção Cobb-Douglas são positivos, o que significa que todos os inputs são substitutos positivos uns dos outros).

Esse tipo de função é amplamente utilizado para representar a relação entre *output* e *inputs*, e parece ser uma boa aproximação à real produção, além de ser simples de calcular. Porém impõe restrição aos valores da elasticidade de substituição e pressupõe homogeneidade da função. No caso da CD, a função tem que apresentar retorno constante de escala⁵, o que implica em homogeneidade de grau um (a função de produção Cobb-Douglas é homogênea de grau um, o que significa que a relação entre inputs e output não muda quando todos os inputs

⁵ No caso da agricultura brasileira existem trabalhos, como Neves, Castro e Freitas (2019), Alves, Souza e Rocha (2012) e Helfand, Magalhães e Rada (2015), que consideram o setor como retornos constantes de escala.

são escalados por uma constante. Apesar de poder assumir retornos crescentes ou decrescentes, nesses casos a função pode apresentar elasticidades negativas e não passaria no teste de nível de significância.

Esse trabalho vai comparar as estimações da função Cobb Douglas com as estimações de uma função de produção translog⁶, pois a função translog é uma função matemática flexível utilizada em modelos econométricos para estimar as relações entre variáveis, como a capacidade de capturar não-linearidades e interações complexas entre as variáveis. Essa última função pode ser interpretada como uma aproximação de uma função arbitrária, $y = f(x)$, por uma série de expansão de Taylor de segunda ordem de $\ln Y$ em potências de $\ln X$, que pode ser representada por:

$$\ln Y = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln X_i + 1/2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} \ln X_i \ln X_j \quad (5)$$

em que α_0 é o valor de $\ln F(\alpha)$, α_i são as primeiras derivadas parciais de $\ln F$ com relação à variável i e α_{ij} são suas segundas derivadas parciais avaliadas no ponto da expansão de α , destacando que α_0 , α_i e α_{ij} são constantes. Essa forma funcional foi considerada porque não impõe separabilidade e homogeneidade, ou seja, a elasticidade de substituição entre qualquer combinação de *inputs* pode assumir qualquer valor e por fim, é linear.

Porém as desvantagens da função de produção translog são: não atende as condições de monotonicidade e concavidade em todo o quadrante positivo, porém ela pode atender as condições em nível local. A monotonicidade e a concavidade são importantes propriedades das funções de produção, pois garantem que a produção aumente quando os insumos são aumentados e que os custos marginais sejam crescentes. A função de produção translog, porém pode não atender a essas propriedades em todo o seu domínio. Por isso, é necessário testá-las nas regiões de estudo.

Além disso, algumas outras desvantagens da função translog são: o alto requisito de dados, pois a função translog requer uma quantidade relativamente grande de dados para estimar com precisão seus parâmetros. Isso pode ser um problema em situações em que os dados são limitados. Segunda, a estimativa de parâmetros: a função translog possui muitos parâmetros que precisam ser estimados a partir dos dados. Isso pode ser complexo, especialmente se houver muitas variáveis no modelo. Terceiro, as restrições à flexibilidade: embora a função translog seja uma função flexível, ela ainda possui algumas restrições em termos de quais tipos de relações pode capturar. Isso significa que em algumas situações, outras

⁶ As informações e características sobre a função de produção translog foram retiradas de Christensen, Jorgenson e Lau (1973) e Albuquerque (1987).

funções podem ser mais apropriadas para modelar as relações entre as variáveis. E, finalmente, o risco de sobreajuste: a função translog é uma função flexível que pode se ajustar muito bem aos dados de treinamento, mas pode ter dificuldade em generalizar para novos dados. Isso pode levar a um problema de sobreajuste, onde o modelo se ajusta demasiadamente aos dados de treinamento e não consegue capturar as relações reais entre as variáveis.

3 METODOLOGIA

3.1 Modelo empírico

Foi feita a comparação entre as duas funções de produção – CD e translog – e verificou o ajuste dos modelos, bem como comparou e testou os coeficientes dessas funções. Diante disto, a forma algébrica escolhida pelo trabalho foi a função de produção Cobb Douglas e é expressada como:

$$\ln y(x, z, c, g, e) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^5 \alpha_i X_i + \sum_{i=6}^7 \alpha_i Z_i + \alpha_8 C_8 + \alpha_9 G_9 + \text{parc_ext} \quad (6)$$

em que y representa a produção, medida como valor da produção agrícola buscando incluir todas as atividades agrícolas do município; o vetor x representa: mão de obra, área total (terra), capital e capital animal, gastos em insumos tecnológicos; z representa as médias anual das variáveis climáticas (temperatura e precipitação), c é a variável de montante de crédito; g representa gastos públicos municipais com agricultura. Por fim, parc_ext corresponde a parcela de agricultores que contratou extensão rural e é a única variável que não está em logaritmo porque corresponde a uma proporção. Junto a isto, na equação (6) será adicionado uma interação entre as variáveis de gastos públicos municipais com agricultura e as regiões (macrorregiões) e um erro aleatório que segue média zero e distribuição normal.

Por se tratar de uma Cobb-Douglas, quase todas as variáveis do vetor x foram divididas por área total para garantir o retorno constante de escala aos *inputs*. Dessa forma, a variável em relação a área total não vai compor a equação estimada, mas será utilizada como a variável de normalização.

Foi realizado o teste de Durbin-Wu-Hausman e foi evidenciado que a variável de extensão é uma variável endógena. Diante disto, foi utilizado como instrumentos as variáveis de PIB e população, posteriormente foi realizado o teste J para validar os instrumentos.

Então para verificar a influência dos gastos públicos relacionados ao setor agrícola na produtividade agropecuária dos municípios brasileiros no ano de 2017 optou por estimar o modelo da equação (6) através do método dos momentos generalizado (GMM) com efeito fixo (variável de Unidades Federativas), visto que esta especificação permite diferenças entre cada

unidade espacial na forma de um efeito fixo individual. Junto a isto, foi utilizado uma matriz de ponderação em conjunto com a estimativa GMM que fez a ponderação ótima quando o termo de erro é heterocedástico. Bem como, foi calculado as correlações entre as variáveis e será feito o teste de Wald para verificar as significâncias das variáveis. As estimações foram realizadas utilizando o Stata.

3.2 Dados: fonte, tratamento e variáveis utilizadas

As três principais fontes de dados utilizadas neste trabalho são: o Censo Agropecuário de 2017, informações do BACEN sobre crédito rural (BACEN, 2023) e do Finanças do Brasil (Finbra), para modelar a tecnologia agrícola como função de produção em nível municipal. Os dados são retirados de fontes que correspondem a cortes transversais (*cross section*).

A data de referência do Censo Agropecuário 2017 foi o dia 30 de setembro de 2017. Para o período de referência, ao qual foram relacionados todos os dados sobre a propriedade, a produção, área, volume de trabalho durante o ano, entre outras, adotou-se o intervalo de 1º de outubro de 2016 a 30 de setembro de 2017 (IBGE,2019). O Censo Agropecuário é disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) por meio do *Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)*⁷ e abrange 5412 municípios, porém a amostra deste trabalho é menor que a disponibilizada pelo Censo Agropecuário 2017 e a perda da amostra ocorreu na intercessão com a base de dados do FINBRA. Sendo assim, a amostra deste trabalho é de 3890 municípios, ou seja, a amostra corresponde a aproximadamente 70% do total de municípios brasileiros, sendo 279 na região Norte (62% dos municípios da região), 1184 na região Nordeste (71% dos municípios da região), 1194 na região Sudeste (71% dos municípios da região), 914 no Sul (76% dos municípios da região) e por fim, 319 na região Centro Oeste (68% dos municípios da região).

Em relação aos dados do Censo Agropecuário 2017 temos as seguintes variáveis e as respectivas descrições e tabelas:

Valor da produção: a construção dessa variável seguiu os trabalhos de Fortini, Braga e Freitas (2020); Freitas, Silva e Teixeira (2020) e Machado *et al.* (2022). A mesma é mensurada em milhares de reais e nesse valor inclui o valor da produção animal: de grande porte, de médio porte, aves e pequenos animais e vegetal: lavouras permanentes, lavouras temporárias, horticultura, floricultura, silvicultura e extração vegetal (Tabela 6897). Não foi levado em consideração o valor bruto da produção da agroindústria.

⁷ Mais informações disponíveis em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>.

Inputs:

Mão de obra: seguindo Bragagnolo, Spolador e Barros (2021), usou-se como mão de obra o total de pessoas ocupadas em estabelecimentos agropecuários, com ou sem parentesco com o produtor (tabela 6885).

Capital: no Censo Agropecuário 2017 não é disponibilizado uma variável para despesas com capital, então esse trabalho vai seguir o trabalho de Bragagnolo, Spolador e Barros (2021) e utilizar número de tratores como *proxy* para capital, mensurado em unidades. Nesse trabalho foi acrescentado o número de semeadeiras ou plantadeiras, colheitadeiras e adubadeiras ou distribuidoras de calcário, todas mensuradas em unidades.

Capital animal: corresponde ao número de cabeças de gado, em milhares de equivalentes de gado, construídos usando pesos fornecidos em Hayami e Ruttan (1985)⁸ (tabelas 6907 e 6912).

Despesas tecnológicas: a variável de despesas tecnológicas é utilizada por Helfand, Magalhães e Rada (2015) e Freitas *et al.* (2021), e corresponde a soma das despesas, em milhares de reais, com adubos e corretivos, sementes e mudas, agrotóxicos, medicamentos para animais, sal, ração e outros suplementos, energia elétrica, combustíveis e lubrificantes. Essa variável também compõe trabalhos como, Felema, Raiher e Ferreira (2013), Souza, Gomes e Alves (2020) e Alves, Souza e Rocha (2012), porém esses trabalhos adotam outros componentes na construção da variável (tabela 6899).

Área total: soma da área dos estabelecimentos agropecuários, excluindo os valores em relação a pesca e aquicultura, mensurado em hectares. Ressalta-se que essa variável é utilizada como normalizadora dos *inputs* supracitados (Tabela 6966).

O Finbra consolida as informações das declarações recebidas pelo Tesouro Nacional por determinação da Lei Complementar 101/2000⁹, a Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF). Tal banco de dados contém um conjunto de informações contábeis e fiscais enviadas pelos entes da Federação sobre a sua execução orçamentária e financeira dos municípios.¹⁰ Esse trabalho utilizou a função de despesas com a agricultura e foi adotado “despesas empenhadas” do ano de 2017. Esses dados serão incluídos no modelo de modo agregado, visto que poucos são os

⁸ Este trabalho considerou número de cabeça de: vacas ordenhadas; bovinos; galinhas, galos, frangas, frangos e pintos; suínos. Essas espécies equivalem mais de 90% do total das criações animais. Os pesos para agregação, baseados em Hayami e Ruttan (1985), são 1,00 para bovinos e outras espécies equinas, 0,25 para suínos, 12,50 por 1.000 cabeças de aves.

⁹ BRASIL (2000).

¹⁰ Martini *et al.* (2022). Mais informações disponíveis em:

https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/pages/public/consulta_finbra/finbra_list.jsf

municípios que desagregam ou possuem gastos para algumas variáveis que compõem a função de despesas empenhas, mas os valores agregados é a soma referente aos gastos municipais com:

Administração geral: despesas com material de consumo, obras e instalação, obrigações patronais, passagens e despesas com locomoção, locação de mão de obra, serviços terceirizados e restituição trabalhista. Em geral, gastos com a secretaria de agropecuária e atividades promovidas pela secretaria, despesa chamada de subárea não associada.

Abastecimento: despesas para regular o abastecimento e o preço dos produtos agrícolas no mercado. A responsabilidade da operacionalização dessas despesas é da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab).

Extensão rural é um meio para propagar o conhecimento educacional ao agricultor buscando promover desenvolvimento aos agricultores, sendo os métodos tradicionais de ATER se dividem em:

Individuais: visita técnica, contato pessoal, unidade de observação (experimento na propriedade rural); 2. Grupais: reunião (palestra ou encontro, conferência), demonstração prática (de técnicas ou métodos), demonstração de resultados (de alguma inovação), unidade demonstrativa, curso, excursão, dia de campo, dia especial, propriedade demonstrativa; 3. De massa: exposição ou feira, semana especial, concurso, campanha (PEIXOTO, 2008, p.10-11).

Irrigação: gastos com implantação manutenção ou uso de recursos de irrigação, incluindo perímetros irrigados.

Promoção da produção vegetação e animal: despesas voltadas para os produtores buscando aumentar o mercado e possibilitar os produtores de venderem os seus produtos agrícolas e animais.

Defesa sanitária vegetal e animal: despesas destinadas para proteger a produção de pragas, entende-se como pragas qualquer espécie, raça ou biótipo de planta, animal ou agente patogênico, nocivos a plantas ou produtos vegetais, e facilitar o comércio seguro de produtos agrícolas. Em relação a defesa sanitária do animal, as despesas são destinadas para combater pragas e doenças em rebanhos que ameaçam a produtividade.

Os recursos financeiros de origem tributária pertencentes dos municípios são de origem do: Fundo de Participação dos Municípios (parcela relativa do IR e ao IPI), Fundo de Exportação (parcela relativa ao IPI repassada pela União ao Estado), Imposto sobre Propriedade Territorial Rural (ITR), Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (arrecadado pelo Estado) (ICM/ICMS), Imposto sobre Transmissão intervivos de Bens Imóveis (ITBI), Imposto sobre Propriedade de Veículos Automotores (arrecadado pelo Estado (IPVA), Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) e Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana

(IPTU), sendo que esses dois últimos 100% do recurso pertence aos municípios. Os dados são disponíveis em reais e em nível¹¹.

No modelo foi criado a variável de “despesas empenhadas/área total” fazendo interação com variável de regiões (macrorregiões e estados), podendo verificar produtividade média da terra em relação às despesas por região (as regiões são identificadas por 1,2,3,4 e 5 sendo que corresponde a região Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro Oeste, respectivamente) e por estados (Unidades Federativas), nesta interação as macrorregiões e estados são estimadas como efeito fixo. A variável “despesas empenhadas/área total” foi dividida por terra visto que assim segue a normalização dos *inputs* e da variável dependente da equação estimada, podendo assim captar o efeito de produtividade parcial e controlar a produtividade parcial para o nível de município.

- Montante de crédito rural: seguindo Borges e Parré (2022), Gasques, Bacchi e Bastos (2017) e Machado *et al.* (2022), essa variável corresponde ao valor total dos contratos de crédito rural, em reais, para o ano de 2016 e é disponibilizada por BACEN (2023). Sendo que dos R\$ 190,25 bilhões disponíveis para a agricultura empresarial, R\$ 188,3 bilhões foi para o crédito rural, dos quais R\$ 149,2 bilhões para financiamentos a juros controlados e R\$ 39,1 bilhões a juros livres, e R\$ 1,4 bilhão para apoio à comercialização e R\$ 550 milhões para a subvenção ao prêmio do seguro rural¹².

Como o setor é caracterizado por estar diante de riscos exógenos ao produtor, como por exemplo, problemas com seca ou excesso de chuvas, o trabalho incluiu variáveis de temperatura média e precipitação média. Tais informações foram disponibilizadas por *Terrestrial Hydrology Research Group* (THRG) por meio da metodologia descrita por Sheffield, Goteti e Wood (2006), sendo que temperatura média é mensurada por graus Celsius (°C) e a precipitação média é mensurada por milímetros (mm) de chuva. Ambas foram mensuradas pela média anual, assim como em Dias, Silva e Costa (2023).

Por fim, a última variável utilizada foi proporção de estabelecimentos do município que buscaram por orientação técnica. A mesma foi construída pelo número de estabelecimentos que recebeu orientação técnica dividida pelo número total de estabelecimentos (Tabela 6779)¹³. Na estimação, utilizou PIB e população como instrumentos para essa variável. Os dados em relação as variáveis de PIB e população dos municípios estão disponíveis no site do IBGE por meio do SIDRA.

¹¹ As informações foram retiradas de Brasil (2005).

¹² As informações em relação aos valores dessa variável são retiradas de Brasil (2016).

¹³ IBGE (2019).

Em relação aos valores atípicos (*outliers*), diferente do trabalho de Helfand, Magalhães e Rada (2015) que eliminaram os extremos das amostras, os mesmos foram recodificados para valores menos extremos. Redistribuir os *outliers* nas caudas da distribuição é uma abordagem alternativa em situações em que é importante manter os outliers na amostra, mas se deseja evitar sua influência excessiva na interpretação dos dados. Visto que o objetivo do trabalho é evidenciar e verificar a influência dos gastos governamentais em um país com heterogeneidades regionais, mantê-los pode ser útil na interpretação dos resultados. Neste trabalho, os 5 % dos valores mais baixos foram recodificados ao valor do quinto percentil e os 5 % dos valores mais altos foram recodificados ao valor do percentil 95.

4. RESULTADOS E ANÁLISE

Na próxima subseção apresenta-se uma análise descritiva dos dados do Censo Agropecuário 2017, Finbra e Banco Central, tangenciando o tema abordado neste estudo, visando tornar mais claros os dados utilizados e as motivações para a realização deste trabalho. Em seguida, são apresentados os resultados concernentes aos objetivos específicos deste trabalho, quais sejam, mensurar os efeitos de alterações, via análise das elasticidades, no montante dos gastos públicos municipais sobre a produtividade da agropecuária e analisar a influência dos gastos governamentais no setor agrícola por macrorregião.

4.1 Descrição dos dados

Abaixo serão apresentadas as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na análise proposta neste trabalho, contendo informações sobre os valores médios, desvio padrão, mínimo e máximo dos *inputs* a nível nacional e, os valores médios e os desvios padrão por macrorregião (Tabela 1 e Tabela 2) e também os mapas das variáveis com o objetivo de deixar ilustrado a distribuição dos valores pelo Brasil. Em anexo foi disponibilizado as correlações das variáveis.

Tabela 1 – Análise descritiva das variáveis – Nacional

Variável	Observação	Média	Desvio Padrão	Mín	Máx
Número de Estabelecimentos**	3890	991,662	1007,242	25	12889
Despesas Empenhadas*	3890	607317,1	579668,2	27480	2125109
Mão de Obra***	3890	2921,989	3019,008	66	48246
Despesas Tecnológicas*	3890	35295,71	84954,86	234	1479553
Máquinas****	3890	403,2571	620,9423	3	7401
Capital Animal*****	3890	163288,5	5751236	307,35	3,59e+08
Extensão	3890	205,4445	240,4717	0	3411
Parcela (Extensão)	3890	0,2855639	0,2313978	0	0,9932584

Montante de Crédito* 3890 2,23e+07 3,31e+07 627677,1 1,27e+08

Fonte: Elaboração própria baseado em IBGE (2023) e BACEN (2023).

Nota: *As variáveis estão mensuradas em milhares de reais (R\$); ** Mensurado por unidade de estabelecimento; *** Mensurado por trabalhador por estabelecimento, com ou sem parentesco; **** Mensurado por unidade de máquina; ***** Mensurado pelo número de cabeças.

Tabela 2 – Análise descritiva das variáveis – Regiões

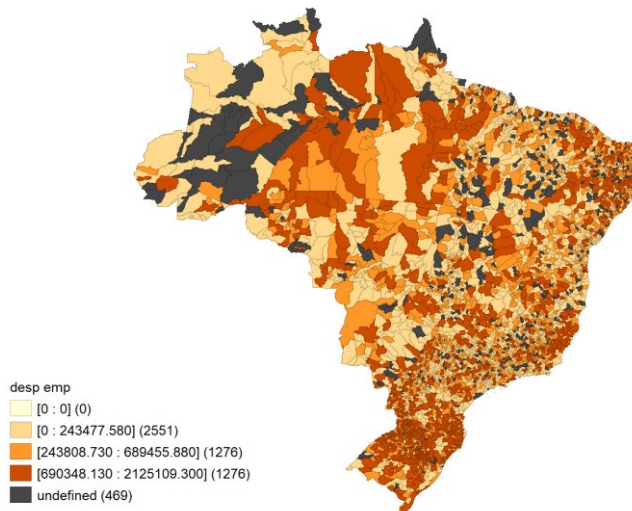
Variável	Observação	Média	Desvio Padrão
Norte			
Número de Estabelecimentos	279	1450,706	1517,634
Despesas Empenhadas	279	603652,9	587891,9
Mão de Obra	279	4978,398	5424,623
Despesas Tecnológicas	279	25458,02	63672,72
Máquinas	279	221,3297	236,0331
Capital Animal	279	1400759	2.15e+07
Extensão	279	147,0717	144,1738
Parcela (Extensão)	279	0,1349219	0,1042533
Montante de Crédito	279	2,08e+07	2,74e+07
Nordeste			
Número de Estabelecimentos	1184	1454,596	1219,794
Despesas Empenhadas	1184	511441,4	538198,6
Mão de Obra	1184	3973,678	3379,969
Despesas Tecnológicas	1184	14878,59	66434,99
Máquinas	1184	78,10557	187,8065
Capital Animal	1,184	25518.76	26477.56
Extensão	1184	120,2255	148,2976
Parcela (Extensão)	1184	0,1020224	0,0968486
Montante de Crédito	1184	6529522	1,52e+07
Sudeste			
Número de Estabelecimentos	1194	671,7948	669,8928
Despesas Empenhadas	1194	491362,8	528977
Mão de Obra	1194	2157,791	2121,101
Despesas Tecnológicas	1194	33885,5	70079,85
Máquinas	1194	364,1248	500,4352
Capital Animal	1194	44951.2	92748.43
Extensão	1194	186,5921	203,3902
Parcela (Extensão)	1194	0,3330376	0,1956295
Montante de Crédito	1194	1,90e+07	2,82e+07
Sul			
Número de Estabelecimentos	914	746,6094	640,2336
Despesas Empenhadas	914	951025,7	585626
Mão de Obra	914	2040,268	1818,885

Despesas Tecnológicas	914	41218,15	48370,1
Máquinas	914	829,1849	817,9721
Capital Animal	914	105731.7	204764.9
Extensão	914	368,0295	328,3864
Parcela (Extensão)	914	0,5177052	0,2103894
Montante de Crédito	914	3,58e+07	3,84e+07
Centro Oeste			
Número de Estabelecimentos	319	771,3229	640,3263
Despesas Empenhadas	319	415589	483798,6
Mão de Obra	319	2606,649	2123,279
Despesas Tecnológicas	319	107989,3	190034,4
Máquinas	319	695,3041	799,6995
Capital Animal	319	200175.7	314341.7
Extensão	319	177,5204	185,1589
Parcela (Extensão)	319	0,2557248	0,1737598
Montante de Crédito	319	5,57e+07	4,54e+07

Fonte: Elaboração própria baseado em IBGE (2023) e BACEN (2023).

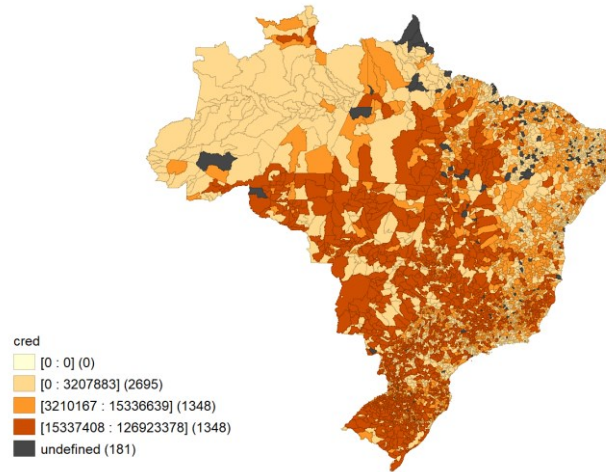
Nota: *As variáveis estão mensuradas em milhares de reais (R\$); ** Mensurado por unidade de estabelecimento; *** Mensurado por trabalhador por estabelecimento, com ou sem parentesco; **** Mensurado por unidade de máquina; ***** Mensurado pelo número de cabeças.

Figura 1 – Mapa de distribuição das despesas empenhadas



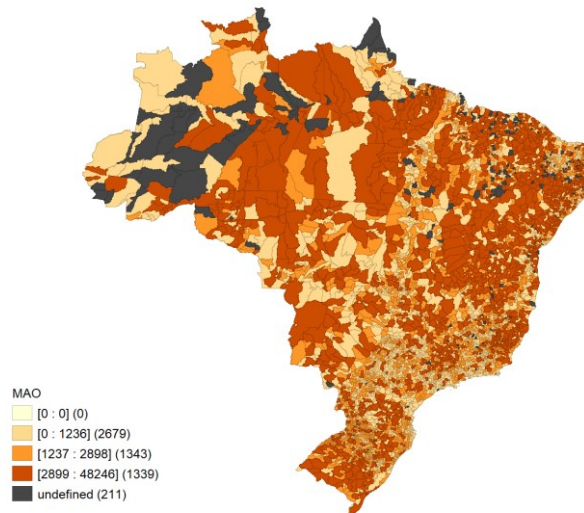
Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2023)

Figura 2 – Mapa de distribuição do Montante de Crédito



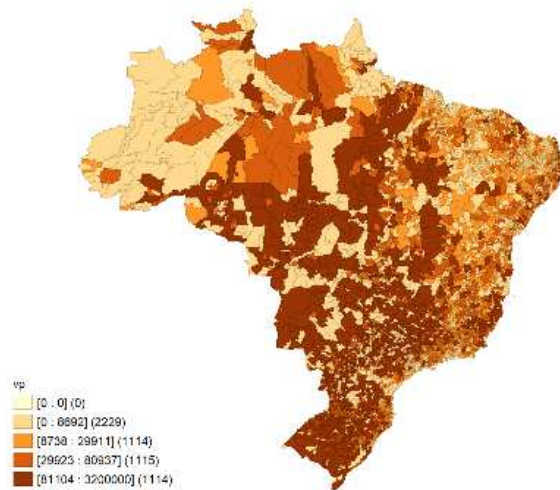
Fonte: Elaboração própria com base em BACEN (2023).

Figura 3 - Mapa de distribuição da Mão de Obra



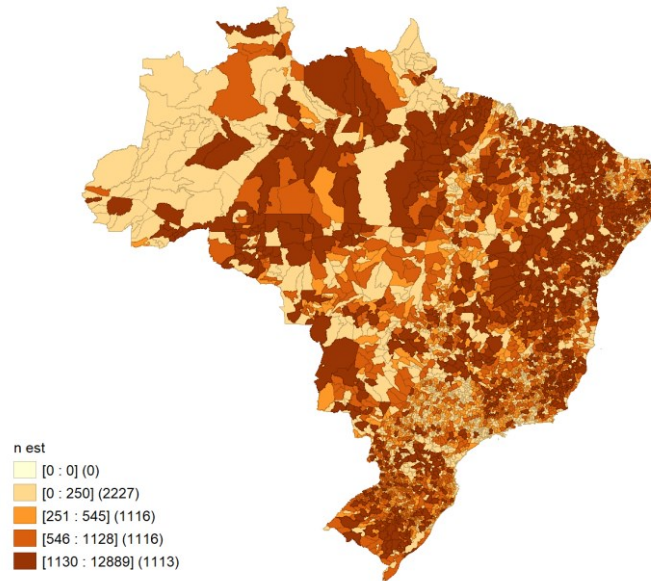
Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2023).

Figura 4 – Mapa de distribuição do Valor da produção



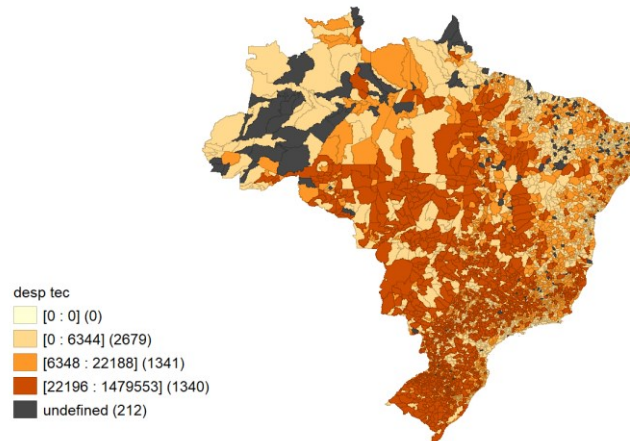
Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2023).

Figura 5 - Mapa de distribuição dos Números de Estabelecimentos



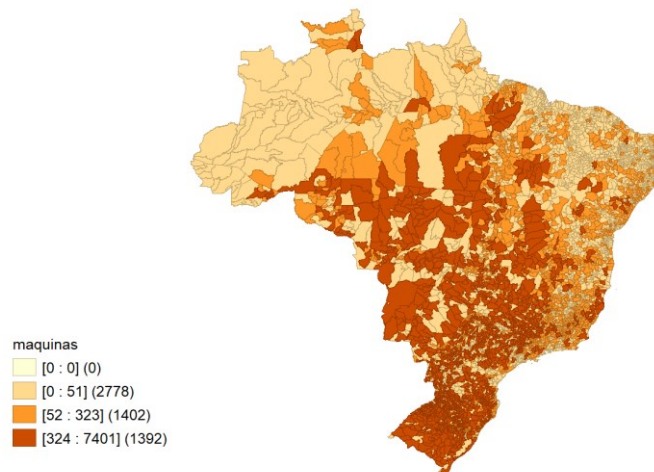
Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2023).

Figura 6 - Mapa de distribuição das Despesas Tecnológicas



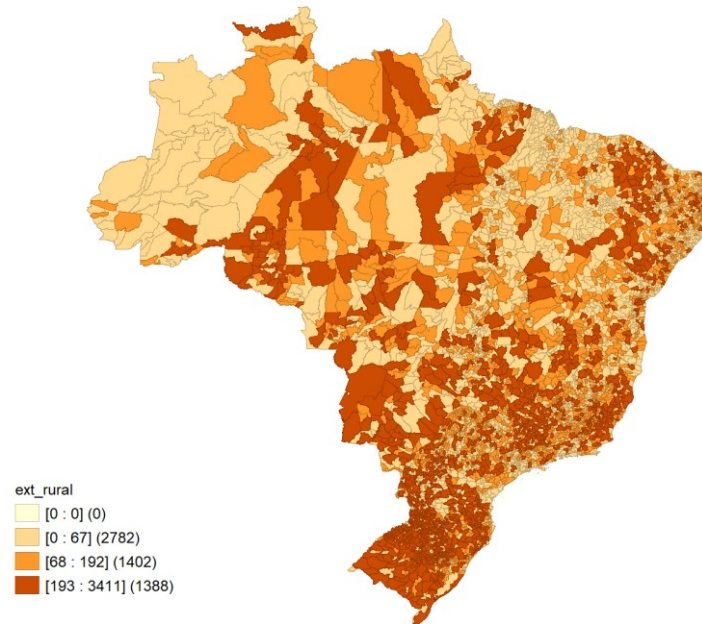
Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2023).

Figura 7 - Mapa de distribuição das Máquinas



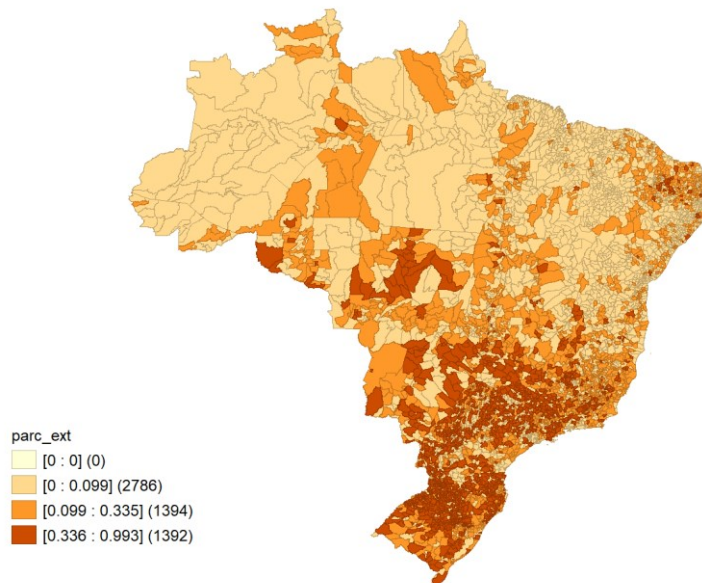
Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2023).

Figura 8 - Mapa de distribuição dos Estabelecimentos que contrataram Extensão Rural



Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2023).

Figura 9 - Mapa de distribuição por Porcentagem De Estabelecimentos com Extensão Rural



Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2023).

Em relação as despesas empenhadas, que correspondem ao valor das despesas dos municípios, têm-se que a média nacional é de R\$ 607.317,10. Quando a análise passa a ser por macrorregião encontra-se que apenas a região Sul tem uma participação média das prefeituras maior que a nacional com o montante de R\$ 951.025,70, sendo que 625 dos municípios receberam mais que a média nacional (68,38% dos municípios) e a região com menor gasto municipal médio é a região Centro Oeste com valor de R\$ 415.589,00. Em relação ao montante total pode-se afirmar que 36,48% está concentrado no Sul, as regiões Sudeste e Nordeste

recebem cada uma 25% do montante total, a região Norte recebe 8,24% e por fim, a região Centro Oeste recebe 5% do total das despesas empenhadas. Analisando os extremos da amostra tem que o montante mínimo foi de R\$ 27.480,00 sendo que 196 municípios receberam o valor mínimo (32 municípios no Norte, 83 no Nordeste, 50 no Sudeste, 13 no Sul e 33 no Centro Oeste) e o valor máximo foi de R\$ 2.125.109,25 e 196 municípios receberam o repasse máximo (14 no Norte, 50 no Nordeste, 48 no Sudeste, 76 no Sul e 8 no Centro Oeste).

Quanto às despesas tecnológicas, a média no nível nacional foi de R\$ 35.295,71, sendo que as regiões Sul e Centro Oeste apresentam valores acima da média nacional, com destaque para a região Centro Oeste em que o valor médio é de R\$ 107.989,30 e representa mais de três vezes a média nacional, junto a isto vale destacar que as duas regiões correspondem a 52% do montante total. Esses montantes com altos valores podem ser correlacionados ao fato de que ambas regiões, Sul e Centro Oeste, também estão acima da média nacional em relação a disponibilidade de máquinas (aproximadamente 403 unidades), sendo que na região Sul o valor médio é mais do que o dobro da nacional (aproximadamente 829 unidades) e é aonde está localizado o município com o valor máximo de máquinas que é no município de São Lourenço do Sul (Rio Grande do Sul). As Figuras 6 e 7 evidenciam a concentração dos gastos tecnológicos e a quantidade de máquinas nos estabelecimentos nas duas regiões supracitadas, o que leva a crer que essas regiões apresentam um tipo de produção com alta dependência desses dois insumos.

O que faz um contraponto em relação à mão de obra, visto que a média nacional é de aproximadamente 2.922 pessoas por estabelecimento, sendo que nas regiões nordeste (aproximadamente 3.974 pessoas) e norte (aproximadamente 4.978 pessoas) apresentam média de mão de obra maior que a nacional, sendo que as duas regiões concentram 53,61% da mão de obra total e o estabelecimento com maior número de trabalhadores está situado no município de Cametá no estado do Pará. Junto a isto, as Figuras 3 e 7 evidenciam uma relação negativa em relação ao uso de máquinas e mão de obra, pois é possível verificar que nas regiões com médias acima da nacional em relação a mão de obra, apresentam médias abaixo da nacional para máquinas.

No que se trata do capital animal, tem-se destaque para a região Norte que é a única região que apresenta o valor máximo. Além disso, a região concentra uma grande parcela do rebanho nacional (60%), porém apresenta o maior valor de desvio padrão o que pode indicar que as criações estão concentradas em algumas propriedades. Esta região e a região Sul são as duas macrorregiões que apresentam médias acima da média nacional.

Em relação ao crédito destaca-se que as regiões Sul e Centro Oeste apresentam médias acima da nacional, sendo a média da região Centro Oeste um pouco a mais do dobro da média nacional. Além disso vale destacar que dos 192 municípios com o valor máximo, 144 estão nessas regiões, sendo 84 no Sul e 60 no Centro Oeste. Vale destacar também a região Nordeste, que é a região com menor média, donde apenas 11 municípios receberam o valor máximo e 405 municípios receberam menos que a média, este valor representa 34,20% dos municípios nesta região. Bem como é possível ver pelas Figuras 2, 4, 6 e 7 que as regiões Sul e Centro Oeste possuem na distribuição, em grande parte da região, valores concentrados em percentis acima da média em relação a crédito, máquinas e despesas tecnológicas, mas abaixo da média de mão de obra, ou seja, são regiões em que a produção concentra altos montantes de crédito, os gastos tecnológicos estão acima da média e é dependente de máquinas e pouco dependente de mão de obra, assim como é possível ver que os maiores valores da produção estão nessas regiões.

Por fim, os dados contemplam 3.857.565 estabelecimentos, sendo que 10,49% está no Norte; 44,65% no Nordeste; 20,79% no Sudeste; 17,69% no Sul e por fim, 6,38% está no Centro Oeste, e o município com maior número de estabelecimentos é Cametá (PA). Destaque para a região Sul, na qual metade dos municípios tiveram mais de 50% dos estabelecimentos com apoio da extensão rural e complementar a isso, é possível verificar pela Figura 1 a presença de altos valores com gastos municipais. Outro destaque é que as regiões Norte e Nordeste são as duas regiões que apresentaram média abaixo da nacional em relação ao número de estabelecimentos que tiveram suporte da extensão rural.

4.2 Resultados da função de produção

Esta pesquisa teve o objetivo de verificar qual a influência dos gastos públicos relacionados ao setor agrícola na produção agropecuária dos municípios brasileiros no ano de 2017. Na tabela 3 serão apresentados os resultados da estimação da função de produção Cobb Douglas com a interação com as macrorregiões.

Tabela 3 – Estimativa dos parâmetros da função de produção com interação com macrorregiões

Variáveis	GMM
Parcela de extensão	0,7616878*** (0,2651538)
Máquinas	0,0702659*** (0,0173679)
Despesas tecnológicas	0,6003835*** (0,0209581)

Mão de obra	0,17236*** (0,0226597)
Crédito	0,0369942*** (0,0063518)
Temperatura Média	0,2753706** (0,112788)
Precipitação Média	0,5797985*** (0,0384025)
Capital Animal	0,0074305 (0,0049174)
Interação por região	
Norte	0,01306 (0,0212026)
Nordeste	0,0358056*** (0,0104458)
Sudeste	-0,0110724 (0,0122912)
Sul	-0,0180157 (0,010012)
Centro Oeste	0,0034391 (0,0150528)
Constante	-2,859135*** (0,4546591)

Número de observações = 3.890

Wald chi2 = 32.603,84

Prob > chi2 = 0,0000

R² = 0,8843

Fonte: Resultados da pesquisa.

Observação: Desvio padrão entre parênteses. Nota:*** significativo estatisticamente a 1%, ** significativo estatisticamente a 5% e * significativo estatisticamente a 10%. Valor sem sinalização não foi significativo.

Em relação aos *inputs*: mão de obra, máquinas (capital) e despesas tecnológicas, uma variação de 1% na mão de obra, no número de máquinas e nas despesas tecnológicas gera um aumento de 0,17%, 0,07% e 0,60%, respectivamente na produtividade dos estabelecimentos e esses resultados foram significativos ao nível de 1%. O resultado foi no mesmo sentido dos trabalhos de Souza, Gomes e Alves (2020) e Alves, Souza e Rocha (2012) e indica que os produtores que não utilizam os insumos tecnológicos perderão espaço no processo de produção agrícola, bem como é válido ressaltar que com toda modernização do setor, o bom uso dos insumos tecnológicos pode estar correlacionado com o fato de que o setor em períodos mais recentes faz uso de mão de obra mais qualificada.

Além de exigir mão de obra mais qualificada devido a modernização, outro aspecto em relação ao mercado de trabalho rural é a mudança no perfil da mão de obra, pois atualmente a mão de obra mais jovem estão em busca de outras oportunidades fora do meio rural (GARCIA,

2014). Diante de tal situação, a escassez ou a redução de disponibilidade de trabalhadores aumentou o processo e a importância do uso de máquinas e conseqüentemente, dada a correlação positiva, das despesas tecnológicas, que são insumos com grande importância para o aumento da produtividade e produção (BUAINAIN, 2014).

Em relação às variáveis de clima, tanto temperatura média quanto precipitação média apresentaram uma influência positiva na produtividade. Os resultados climáticos são complexos de analisar, visto que o país apresenta vários tipos de clima, como por exemplo, a região nordeste apresenta temperaturas mais elevadas do que a região sul durante todo o ano e os efeitos em cada região podem ser diferentes e conseqüentemente, os dados a nível nacional e a construção das variáveis podem interferir nos resultados. Na literatura não tem um consenso sobre as variáveis climáticas, como pode ser visto nos trabalhos Dias, Silva e Costa (2023) e Araújo (2012).

Em relação à presença de crédito rural, que é a principal política federal do país em relação ao setor, tem-se que a variação positiva de 10% no montante de crédito gera uma resposta de 0,3% na produtividade. O baixo valor da influência pode ser discutida pela má distribuição dos montantes de crédito, sendo que os estados da região Centro Oeste do país detêm a maior parte do montante e no agregado a macrorregião captura anualmente mais de 80% do crédito rural e por sua vez, os estados da região Norte e Nordeste capturam os menores montantes de crédito rural (SOUZA *et al.*, 2020). Essa concentração acontece também em linhas voltadas para a agricultura familiar, como o Pronaf (BACCARIN; OLIVEIRA, 2021), e até mesmo dentro das Unidades Federativas (FAVARETTO *et al.*, 2020). Essa disparidade entre os valores de crédito influenciam diretamente na produção dessas regiões, visto que crédito promove liquidez e permite que os produtores façam uso de insumos mais qualificados, utilizando melhores tecnologias e aumentando a escala de produção com a aquisição de terras ou de equipamentos mais modernos (GASQUES *et al.*, 2012).

Em relação à parcela dos estabelecimentos que contrataram extensão rural, o aumento de 1 p.p. leva a um aumento de 7,6% na produtividade. Apesar de o foco da extensão ser estabelecimentos de pequenos produtores, a atuação nesse serviço gera externalidades positivas aos grandes produtores, especialmente em casos que o estabelecimento tem acesso ao crédito rural no mesmo período (COSTA; FREITAS, 2018). Porém, assim como a variável de crédito, se as regras da extensão fossem mais claras e de fácil acesso para todos, a probabilidade de mais produtores terem acesso a esses serviços seriam maiores e os resultados seriam mais efetivos entre os pequenos produtores, visto que é uma possibilidade a mais do estabelecimento

ter contato e disponibilidade com novas tecnologias e conhecimentos que já estão fazendo parte do processo produtivo de fazendas maiores (COSTA; FREITAS, 2018; FREITAS *et al.*, 2021).

Por fim, tem-se a análise a variável de despesas empenhadas ponderada por terra e fazendo interação com a macrorregião, ou seja, a um nível mais desagregado pode-se concluir que a produtividade média da terra em relação as despesas empenhadas médias (ou a influência dessa variável) é positiva e significativa no valor da produção da região Nordeste. Em relação às elasticidades, pode afirmar que o aumento de 10% na produtividade média da terra em relação as despesas gera um aumento de 0,3% na produtividade média da terra.

Vale enfatizar que mesmo com este resultado quando a análise passa a ser por Unidade Federativa¹⁴ é possível concluir que nem todos os estados das macrorregiões são significativos. As unidades federativas significativas no nordeste são: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Sergipe, como pode ser visto na tabela 4.

Tabela 4 - Estimativa dos parâmetros da função de produção com interação com os estados

Variáveis	GMM
Parcela de extensão	0,7414076*** (0,2614535)
Máquinas	0,0689288*** (0,0173048)
Despesas tecnológicas	0,6009963*** (0,0207836)
Mão de obra	0,1714682*** (0,0228032)
Crédito Rural	0,0380621*** (0,0063428)
Temperatura Média	0,2961458 (0,1129977)
Precipitação Média	0,5623332*** (0,0387651)
Capital Animal	0,00805 (0,0049467)
Interação por unidade federativa	

¹⁴ Foi realizada uma regressão no mesmo molde do modelo principal, porém ao invés da interação com as macrorregiões foi utilizado uma interação estadual com o intuito de explicar as regiões.

Rondônia	0,0797107** (0,0362333)
Acre	0,1517001*** (0,0386998)
Amazonas	0,1633362* (0,0977698)
Roraima	-0,020501 (0,0402808)
Pará	0,0443514 (0,036554)
Amapá	-0,271281** (0,1340802)
Tocantins	-0,0340056 (0,0263805)
Maranhão	-0,0031292 (0,0193432)
Piauí	0,0059314 (0,0268315)
Ceará	0,0660211** (0,0329513)
Rio Grande do Norte	0,0665967** (0,0318961)
Paraíba	0,1190414*** (0,0295648)
Pernambuco	0,0234352 (0,0347945)
Alagoas	0,0048809 (0,0440191)
Sergipe	0,1027615*** (0,0391236)
Bahia	0,0255312 (0,0201789)
Minas Gerais	0,0175113 (0,0160544)
Espírito Santo	0,0021102 (0,0272269)
Rio de Janeiro	0,0077078 (0,0338712)
São Paulo	-0,0553915** (0,0241794)
Paraná	-0,0046137 (0,0224259)
Santa Catarina	-0,0325606* (0,0172281)
Rio Grande do Sul	-0,0153976 (0,0117007)
Mato Grosso do Sul	0,0092137 (0,0262342)
Mato Grosso	0,0215906 (0,0324172)

Goiás	-0,0064332 (0,020746)
Constante	-2,949202 (0,4587069)

Número de observações = 3.890

Wald chi2 = 34.549,62

Prob > chi2 = 0,0000

R² = 0,8859

Fonte: Resultados da pesquisa.

Observação: Desvio padrão entre parênteses. Nota:*** significativo estatisticamente a 1%, ** significativo estatisticamente a 5% e * significativo estatisticamente a 10%.

Os estados significativos tiveram médias acima da média da macrorregião em todas as variáveis quando analisado em nível, exceto em relação ao valor da produção, crédito e máquinas. Os valores acima da média, principalmente nos gastos municipais, podem indicar que a presença do estado nessas localidades tem maior influência nas variáveis agrícolas do que nos demais estados da região, bem como a variável de destaque é extensão rural, visto que é uma variável importante para a agricultura com pequenos produtores.

A região em que a variável foi significativa é caracterizada por ter uma atuação expressiva da agricultura familiar, sendo que esse tipo de agricultura depende muito da mão de obra. A agricultura familiar respondia 73,8% do total de pessoas empregadas na região nordeste e as principais culturas envolvidas no processo não apresenta grande valor agregado (BARBOSA, 2021). Esse tipo de agricultura foi responsável por 23% do valor total da produção dos estabelecimentos, quando decompõe por unidades federativas, a participação da agricultura familiar no valor da produção fica acima de 50% no estado de Sergipe (IBGE, 2019).

Como já foi supracitado no trabalho, a região tem acesso a um baixo montante de recursos vindo das políticas de crédito, então nesse sentido das heterogeneidades regionais em que os recursos federais não conseguem atuar de forma homogênea é importante ressaltar políticas que são de responsabilidade das esferas menores – prefeituras e estados – como o PAA e a participação da assistência técnica e extensão rural. Em relação à extensão rural, é possível verificar pela distribuição dos mapas e pela correlação, que tem efeitos positivos em relação a produção, ou seja, os locais em que houveram uma concentração de gastos municipais e um maior número de estabelecimentos que contrataram extensão rural foram locais que obtiveram maiores valores da produção.

Na região Nordeste, o estado com maior cobertura de ater pública é a Paraíba, com 13% do total de estabelecimentos e alguns municípios do estado contam com mais de 60% dos seus estabelecimentos com ater pública. Outro estado de destaque na região em relação a

participação efetiva da extensão rural é o Ceará em que a Emater do estado desenvolveu projetos de capacitação para agricultores familiares com o objetivo dos produtores conseguissem acesso a instrumentos para diferenciação de produtos, ajudando a ter acesso ao Pronaf e aos mercados institucionais criados pelo PAA e PNAE, além das feiras locais (PEREIRA; CASTRO, 2021).

A atuação do PAA desempenha um papel significativo na região proporcionando melhoria das capacidades de acesso a mercados dos agricultores, visto é essencial na promoção de alterações que busquem que os produtores invistam nos processos produtivos e organizacionais (CHMIELEWSKA; SOUZA; LOURETE, 2010). Além de facilitar o acesso aos mercados institucionais, o PAA cria um incentivo à produção dos agricultores e conseqüentemente, gera um aumento na oferta dos produtos (GRISA, 2010), além de gerar ganhos econômicos, como aumento do PIB per capita nos municípios (DIAS; ROCHA, 2015) e sociais, por proporcionar melhorias em relação a qualidade e quantidade na alimentação aos produtores rurais (GRISA, 2010).

Porém, assim como as demais políticas governamentais, o PAA apresenta problemas em relação a distribuição dos montantes entre as macrorregiões e até mesmo entre os estados de uma mesma macrorregião, como é abordado por Salgado *et al.* (2017) e Valnier e Ricci (2013). Por mais que os resultados positivos do programa, essa concentração de recursos influencia negativamente os mesmos, visto que nos municípios, principalmente para os médios e pequenos produtores, há melhor aproveitamento dos recursos dos programas governamentais, quando os gestores, agricultores, conselheiros e extensão rural estão presentes, porém existe fatores como burocracia, falta de comunicação e de informação que interferem no acesso dos agricultores a estes programas (TRICHES *et al.*, 2019).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os gastos públicos sempre foram importantes no setor agrícola brasileiro por desempenhar papéis de agente fomentador de pesquisas dentro do setor, suporte aos produtores via crédito, mitigador de riscos, entre outras políticas públicas que levaram ao ganho na produção do setor e junto a isto, foram incluídos políticas públicas que abrange o aspecto social dos produtores, principalmente voltados para médio e pequenos produtores. Porém a participação governamental tem sido cada vez menor dentro do setor, seja por cortes de investimento ou de subsídios, ou por perda de espaço frente à iniciativa privada, ao mesmo passo que o setor continua crescendo, principalmente devido às exportações e a participação das *commodities*.

Essa redução da participação do Estado no setor pode ter diferentes resultados, visto que existe uma heterogeneidade entre as regiões e os tamanhos entre os municípios dentro do país e como os recursos públicos não são independentes entre as estâncias, a análise a nível municipal e regional passa a ser pertinente. Então, esse trabalho buscou contribuir com a literatura buscando mensurar a influência dos gastos públicos relacionados ao setor agrícola na produtividade agropecuária dos municípios brasileiros, no ano de 2017, incluindo os gastos públicos municipais.

Por meio de uma função de produção do tipo Cobb-Douglas estimada por através do método dos momentos generalizado (GMM) com efeito fixo (variável de Unidades Federativas), visto que esta especificação permite diferenças entre cada unidade espacial na forma de um efeito fixo individual. O trabalho trouxe evidências sobre como os fatores produtivos, as variáveis exógenas (temperatura e precipitação), proporção de estabelecimentos que contrataram extensão e os gastos estatais – crédito e gastos municipais - sendo que foi feita uma interação entre gastos municipais e as macrorregiões, influenciaram no valor da produção dos estabelecimentos agropécuarios.

Em relação aos *inputs*, pode-se dizer que o fator mais importante na produtividade são as despesas tecnológicas, seguido de mão de obra e máquinas. O montante de crédito também apresentou influência positiva e significativa no valor da produção. A proporção de estabelecimentos que contrataram extensão rural também apresentou valor positivo, mas é válido ressaltar que nesse caso a análise é feita em nível, visto que a variável é uma proporção.

A interação entre os gastos municipais e as macrorregiões apresentaram resultados significativos e positivo apenas para uma das cinco macrorregiões, sendo ela: Nordeste. Quando a interação é desagregada a nível estadual é possível verificar que nem todos os estados são

significativos, sendo que os estados significativos apresentaram valores positivos e são eles: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Sergipe. As duas regiões são caracterizadas por receberem os menores montantes de crédito, o que ressalta a importância do papel dos entes públicos nas menores esferas (estados e municípios) nas regiões, principalmente voltados para a agricultura familiar.

Por fim, os resultados ressaltam que os gastos públicos, mesmo com as reduções dos orçamentos, são importantes na produção agrícola brasileira, porém existem indícios que se a comunicação entre Estado e o produtor rural fossem mais claras, bem como as regras dos programas de políticas públicas, os gastos seriam mais eficientes e teriam melhores resultados. Nesse sentido, enfatiza que estudos que analisam a influência dos gastos públicos levando em consideração todas as esferas são importantes para que se possa compreender melhor o papel destes entes em suas diferentes dimensões.

Entende-se que este trabalho não teve por objetivo esgotar as possibilidades de estudo sobre o tema e, tampouco, esteja livre de limitações como, por exemplo, o fato de utilizar os dados das despesas empenhadas de forma agregada. Em pesquisas futuras, sugere-se verificar a influência dos gastos públicos levando em consideração os tamanhos das fazendas e o tipo de produção do estabelecimento (familiar ou não).

Referências Bibliográficas

- ALBUQUERQUE, M. C. C. Uma análise translog sobre mudança tecnológica e efeitos de escala: Um caso de modernização ineficiente. **Pesquisa e planejamento econômico**, v. 17, n. 1, p. 191, 1987.
- ALVES, Elise; SOUZA, Geraldo da Silva e; ROCHA, Daniela de Paula. Lucratividade da agricultura. **Revista de Política Agrícola**, v.21, n.2, p.45-63, 2012.
- AMARAL, Felipe José Gurgel do; BACHA, Carlos José Caetano. Subvenções federais dadas à agropecuária brasileira no período de 2003 a 2019. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.61, n.1, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.251646>
- ARAÚJO, Paulo Henrique Cirino. Eventos climáticos extremos: os efeitos dos fenômenos El Nino e La Nina sobre a produtividade agrícola das regiões nordeste e sul do Brasil. 2012. 55 f. Dissertação (Mestrado em Economia e Gerenciamento do Agronegócio; Economia das Relações Internacionais; Economia dos Recursos) - **Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, 2012. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/68>
- ASSUNÇÃO, Juliano; SOUZA, Priscila; FIGUEREIDO, Beatriz. Canais de distribuição do crédito rural: desenho dos serviços financeiros geram incertezas para o produtor. Resumo para Política Pública. Núcleo de Avaliação de Políticas Climáticas da PUC-Rio, 2018. Disponível em: <http://www.inputbrasil.org/publicacoes/canais-de-distribuicao-de-credito-rural/>
- ASSUNÇÃO, Juliano; SOUZA, Priscila. A fragmentação de regras do crédito rural brasileiro: desenho da política cria obstáculos no acesso ao crédito e nas condições de financiamento para produtores rurais. Resumo para Política Pública. Climate Policy Initiative/ Núcleo de Avaliação de Políticas Climáticas da PUC-Rio, 2018. Disponível em: https://www.inputbrasil.org/wp-content/uploads/2018/07/CPI_Resumos_Fragmentacao_Regras_Credito_Rural_Brasileiro.pdf
- BACCARIN, José Giacomo; OLIVEIRA, Jonatan Alexandre de. Uma avaliação da distribuição do PRONAF entre as regiões geográficas do Brasil. **Grifos**, v. 30, n. 51, p. 114-140, 2021.
- BACEN. Banco Central do Brasil. **Relatório de Crédito Rural Concedido: Quantidade e Valor dos Contratos por Município Da Matriz de Dados do Crédito Rural – Crédito Concedido**. 2023. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/reportmicrrural?path=conteudo%2FMDCR2FReports%2FqvcMunicipio.rdl>>. Acessado várias vezes. 2023.
- BACHA, C. J. C. Economia e política agrícola no Brasil. 2. ed. **São Paulo**: Atlas, 2012.
- BARBOSA, Isabela Ferreira dos Santos. Evolução da mão de obra empregada na agricultura familiar do Brasil entre 2006 e 2017. Tese de Doutorado. **Universidade de São Paulo**, 2021.

BELIK, Walter. O financiamento da agropecuária brasileira no período recente, Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), n. 2.028. Brasília, Distrito Federal (DF): IPEA, 2015. Disponível em: Repositório do Conhecimento do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (RCIPEA).

BORGES, M. J., PARRÉ, J. L. O impacto do crédito rural no produto agropecuário brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.60, n.2, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.230521>

BRAGA, Marcelo José; VIEIRA FILHO, J. E. R.; FREITAS, CO de. Impactos da extensão rural na renda produtiva. In: VIEIRA, FILHO JE; GASQUES, JG. **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira, Brasília, DF: Ipea**, p. 137-160, 2019.

BRAGAGNOLO, Cassiano; SPOLADOR, Humberto Francisco Silva; BARROS, Geraldo Sant'Ana de Camargo. PTF agrícola: Atualização segundo o Censo de 2017. **Revista de Política Agrícola**, v. 30, n. 3, p. 107-122, 2021.

BRASIL. Lei Complementar n. 101, de 04 de maio de 2000. Lei de Responsabilidade Fiscal. **Casa Civil**, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, DF, 2000.

BRASIL. Lei n. 10.696, de 2 de julho de 2003. Dispõe sobre a repactuação e o alongamento de dívidas oriundas de operações de crédito rural, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 jul. 2003.

BRASIL. **Manual de obtenção de recursos federais para municípios: sem intermediação de terceiros, orientação aos prefeitos**. Senado Federal, Instituto Legislativo Brasileiro, Brasília, 566p., 2005.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Secretaria do Tesouro Nacional. **Coordenação Geral das Operações de Crédito do Tesouro Nacional. Relatório de atividades**. Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Agrícola e Pecuário 2016-2017**. Secretaria de Política Agrícola. – Brasília: Mapa/SPA, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Agrícola e Pecuário 2022-2023**. Secretaria de Política Agrícola. – Brasília: Mapa/SPA, 2022.

BRASIL. Controladoria Geral da União. Visão geral da distribuição por subárea. Controladoria Geral da União. 2023.

BUAINAIN, Antônio Márcio *et al.* Sete teses sobre o mundo rural brasileiro. **Revista de política agrícola**, v. 22, n. 2, p. 105-121, 2013.

BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R. Os pequenos produtores rurais mais pobres ainda têm alguma chance como agricultores? In: CAMPOS, S. K.; NAVARRO, Z. **A pequena produção**

rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro: ganhar tempo é possível?

Brasília, DF: CGEE, p. 29-70, 2013.

BUAINAIN, Antônio Márcio *et al.* O tripé da política agrícola brasileira: crédito rural, seguro e Pronaf. In: VIEIRA, FILHO JE; GASQUES, JG. **O Mundo Rural no Brasil do Século 21: A formação de um novo padrão agrário e agrícola.** Brasília, DF: Ipea, p. 827-864, 2014.

BUAINAIN, Antônio Márcio. Alguns condicionantes do novo padrão de acumulação da agricultura brasileira. In: VIEIRA, FILHO JE; GASQUES, JG. **O Mundo Rural no Brasil do Século 21: A formação de um novo padrão agrário e agrícola.** Brasília, DF: Ipea, p. 211-240, 2014.

CAMPOS, Rafael Faria de Abreu. **Crédito e produtividade rural no Brasil: uma análise por bioma e por setores familiares e patronais.** 2021. 182 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia Aplicada, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais (MG), 2021. 5 cap. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/36076>. Acesso em: 23 fev. 2023.

CASTRO, César Nunes de; RESENDE, Guilherme Mendes; PIRES, Murilo José de Souza. Avaliação dos impactos regionais do Programa Nacional da Agricultura Familiar (PRONAF). Texto para Discussão/IPEA. n.1974, 2014.

CASTRO, César Nunes de. Desafios da agricultura familiar: o caso da assistência técnica e extensão rural. **Boletim regional, urbano e ambiental – IPEA.** v.12, p.49-59, 2015.

CASTRO, César Nunes de; PEREIRA, Caroline Nascimento. Agricultura familiar, assistência técnica e extensão rural e a política nacional de ater. Texto para Discussão/IPEA. n.234, 2017.

CHAMBERS, Robert G. **Applied production analysis: a dual approach.** Cambridge University Press, 1988.

CHMIELEWSKA, Danuta; SOUZA, Darana; LOURETE, Acácio Alvarenga. O Programa de Aquisição de Alimentos da Agricultura Familiar (PAA) e as práticas dos agricultores participantes orientadas ao mercado: estudo de caso no Estado de Sergipe. Texto para Discussão – IPEA, n. 1510, 2010.

CHRISTENSEN, L. R.; JORGENSON, D. W.; LAU, L. J.. Transcendental Logarithmic Production Frontiers. **The Review of Economics and Statistics**, v. 55, n.1, p.28–45, 1973. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1927992>

COBB, C. W., DOUGLAS, P. H. A theory of production. **The American Economic Review**, v.18, n.1, p.139-165, 1928.

COSTA, Lorena Vieira; FREITAS, Carlos Oliveira de. Crédito e extensão rural: impactos isolados e da sinergia sobre a eficiência técnica dos agricultores brasileiros. In: 46º Encontro Nacional de Economia, 2018, Rio de Janeiro - RJ. **Anais da ANPEC**, 2018.

DIAS, Thyena Karen Magalhães; SILVA, Vitor Hugo Miro Couto; COSTA, Edward Martins. Crédito rural e produção das lavouras temporárias nos distintos cenários do Nordeste brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.61, n.1, 2023.

DIAS, Thiago Ferreira; ROCHA, Leonardo Andrade. O Programa de Aquisição de Alimentos da Agricultura Familiar (PAA) e seus efeitos nos municípios do Rio Grande do Norte-2005 a 2011. **Administração Pública e Gestão Social**, v. 7, n. 1, p. 16-25, 2015.

FAVARETTO, Leticia *et al.* Distribuição Espacial do Índice Regional de Crédito Rural para as Microrregiões do Rio Grande do Sul (2000-2015). **Desenvolvimento em Debate**, v. 8, n. 2, p. 41-61, 2020.

FELEMA, João; RAIHER, Augusta Pelinski; FERREIRA, Carlos Roberto. Agropecuária brasileira: desempenho regional e determinantes de produtividade. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n.3, p. 555-573, 2013.

FERREIRA, M. D. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Eficiência técnica na agropecuária: capacidade de armazenagem e densidade de rodovias. Em: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Eds.). **Uma Jornada Pelos Contrastes do Brasil: cem anos de censo agropecuário**. 1. ed. Brasília, DF: Ipea, p. 161–172, 2020.

FORTINI, R. M.; BRAGA, M. J.; FREITAS, C. O. Impacto das práticas agrícolas conservacionistas na produtividade da terra e no lucro dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 58, n. 2, 2020.

FREITAS, C. O.; SILVA, F. A.; TEIXEIRA, E. C. Crédito rural e desempenho produtivo na agropecuária brasileira. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. Uma jornada pelos contrastes do Brasil: Cem anos de Censo Agropecuário. Brasília, **Ipea**, cap. 20, p. 281-294. 2020.

FREITAS, Carlos Otavio de *et al.* Rural extension and technical efficiency in the Brazilian agricultural sector. **International Food and Agribusiness Management Review**, v.24, n.2, p. 215-232, 2021.

GARCIA, Junior Ruiz. Trabalho rural: tendências em face das transformações em curso. In: VIEIRA, FILHO JE; GASQUES, JG. **O Mundo Rural no Brasil do Século 21: A formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília, DF: Ipea, p. 559-590, 2014.

- GARCIA, J. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Logística e armazenamento. In: VIEIRA FILHO, J. E. R. (Ed.). *Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira*. 1. ed. Brasília: Ipea, 2019. p. 59-88.
- GASQUES, J. G. **Gastos públicos na agricultura**. Brasília: Ipea, 2001.
- GASQUES, J. G. *et al.*. Produtividade da agricultura brasileira e os efeitos de algumas políticas. **Revista de Política Agrícola**, v. 21, n. 3, p. 83-92, 2012.
- GASQUES, José Garcia; BACCHI, Mirian Rumenos P.; BASTOS, Eliana Teles. Impactos do crédito rural sobre variáveis do agronegócio. **Revista de Política Agrícola**, v. 26, n. 4, p. 132-140, 2017.
- GASQUES, José Garcia; BACCHI, Mirian Rumenos P.; BASTOS, Eliana Teles. Crescimento e Produtividade da Agricultura Brasileira de 1975 a 2016. **IPEA**, Carta de Conjuntura, n 38, 2018.
- GASQUES, José Garcia *et al.* Crescimento e produtividade da agricultura brasileira: uma análise do Censo Agropecuário. IN: VIEIRA, FILHO JE; GASQUES, JG. **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: Cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília, DF: Ipea, 2020.
- GONZALEZ, Bernardo Celso de Rezende; COSTA, Silvia Maria Almeida Lima. Agricultura brasileira: modernização e desempenho. **Revista Teoria e Evidência Econômica**, v. 5, n. 10, 1998.
- GRISA, Catia *et al.* O Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) em perspectiva: apontamentos e questões para o debate. *Retratos de assentamentos*, v. 13, n. 1, p. 137-170, 2010.
- HAYAMI, Y., e RUTTAN, V. W. *Agricultural development: an international perspective*. Baltimore, **The Johns. Hopkins University Press**, 1985. 527 p
- HEISEY, Paul W.; WANG, Sun Ling; FUGLIE, Keith O. Public agricultural research spending and future US agricultural productivity growth: Scenarios for 2010-2050. **Economic Research Service**, 2011.
- HELFAND, Steven M.; TAYLOR, Matthew P.H.. The inverse relationship between farm size and productivity: Refocusing the debate. **Food Policy**. v. 99, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101977>.
- HELFAND, Steven M.; MAGALHÃES, Marcelo M.; RADA, Nicholas E. Brazil's Agricultural Total Factor Productivity Growth by Farm Size, **IDB Working Paper Series**, n. 609, Inter-American Development Bank (IDB), Washington, DC, 2015.
- HELFAND, S. M.; LEVINE, E. S. Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West. **Agricultural Economics**, v.31, n.2-3, p.241–249, 2004.
- IBGE. Censo Agropecuário 2017 Resultados Definitivos. Rio de Janeiro, 2019.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema de Contas Nacionais**. Rio de Janeiro, 2023.
- MACHADO, B. S *et al.*. Apenas o acesso importa? Uma análise dos impactos do crédito rural no desempenho da agropecuária brasileira. In: **60º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural - Sober**, 2022, Natal - RN. Agricultura familiar, sistemas agroalimentares e mudanças climáticas: Desafios rumo aos ODS, 2022.
- MARTINI, Ricardo Agostini *et al.*. Impactos locais do apoio a cooperativas de crédito: uma avaliação do BNDES Procaped no contexto da Covid-19. In: **50º Encontro Nacional de Economia, 2022**, Fortaleza - CE. Anais da ANPEC, 2022.
- MATCHAYA, Greenwell C. Public spending on agriculture in Southern Africa: Sectoral and intra-sectoral impact and policy implications. **Journal of Policy Modeling**, v. 42, n. 6, p. 1228-1247, 2020.
- MOGUES, Tewodaj; FAN, Shenggen; BENIN, Samuel. Public investments in and for agriculture. **The European Journal of Development Research**, v. 27, n. 3, p. 337-352, 2015.
- NEVES, Mateus de Carvalho Reis; CASTRO, Lucas Siqueira de; FREITAS, Carlos Otávio de. O impacto das cooperativas na produção agropecuária brasileira: uma análise econométrica espacial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, p. 559-576, 2019.
- NUNES, Emanuel Márcio; SILVA, Vivian Menezes da; SÁ, Vinicius Claudino de. Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER): formação e conhecimentos para a agricultura familiar do Rio Grande do Norte. **Redes. Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 25, n. 2, p. 857-881, 2020.
- OECD. Organisation for Economic Cooperation and Development. **Agricultural Policies in Emerging Economies: monitoring and evaluation**. Paris, 2009
- PEIXOTO, M. **Extensão rural no Brasil: uma abordagem histórica da legislação**. Senado Federal: Textos para Discussão, n. 48, 50 p., 2008.
- PEREIRA, Caroline Nascimento; CASTRO, César Nunes de. Assistência técnica na agricultura brasileira: uma análise sobre a origem da orientação técnica por meio do Censo Agropecuário de 2017. Texto para Discussão - **IPEA**, n.2704, 2021.
- PIRES, M. J. S. Contradições em processo: um estudo da estrutura e evolução do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF): 2000 a 2010. Brasília: **Ipea**, Texto para Discussão, n. 1914, 2013.
- RADA, N. Assessing Brazil's Cerrado agricultural miracle. **Food Policy**, v. 38, p. 146-155, Feb. 2013.

- SALGADO, Rafael Junior dos Santos Figueiredo *et al.* Focalização e Cobertura do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA): avaliação de sua eficácia nas regiões brasileiras. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, p. 661-678, 2017.
- SALLES-FILHO, Sergio; BIN, Adriana. Reflexões sobre os rumos da pesquisa agrícola. In: VIEIRA, FILHO JE; GASQUES, JG. **O Mundo Rural no Brasil do Século 21: A formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília, DF: Ipea, p. 423-452, 2014.
- SANTOS, R. B. N. DOS; BRAGA, M. J. Impactos do crédito rural na produtividade da terra e do trabalho nas regiões brasileiras. **Economia Aplicada**, v. 17, n. 3, p. 299–324, 2013.
- SANTOS, Gesmar R.; FREITAS, Rogério E. Gasto público com a agricultura no Brasil: uma abordagem a partir de dados agregados. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, n. 17, p. 89-98, 2017.
- SHEFFIELD, J.; GOTETI, G.; WOOD, E. F. Development of a 50-year high-resolution global dataset of meteorological forcings for land surface modeling. **Journal of Climate**, v. 19, n. 13, p. 3088-3111, 2006.
- SILVA, Carlos Alberto Gonçalves da; FERREIRA, Léo da Rocha. Produtividade total dos fatores no crescimento da agropecuária brasileira. **Revista de Política Agrícola**, v. 25, n. 3, p.4-15, 2016.
- SILVA, Rodrigo Peixoto. **O Brasil Gasta Muito com sua agropecuária?**. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA-Esalq/USP, 2021.
- SOUZA, G. da S.; GOMES, Eliane Gonçalves. The effect of marketing imperfection variables on production in the context of brazilian agriculture. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON OPERATIONS RESEARCH AND ENTERPRISES SYSTEMS, 7., 2018, Funchal, Madeira, Portugal. Proceedings... Funchal, Madeira, Portugal: ScitePress, v. 1, p. 15-20, 2018.
- SOUZA, Geraldo da Silva; GOMES, Eliane Gonçalves; ALVES, Eliseu Roberto de Andrade. Função de produção com base nos microdados do Censo Agropecuário de 2017. **Revista de Política Agrícola**, v. 29, n. 4, p. 65-82, 2020.
- SOUZA, Silvio Braz de *et al.* Crédito Rural no Brasil: evolução e distribuição espacial (1969–2016). **Confins**, n. 45, 2020.
- SOUZA-ESQUERDO, Vanilde Ferreira de; BERGAMASCO, Sonia Maria Pessoa Pereira. Análise sobre o acesso aos programas de políticas públicas da agricultura familiar nos municípios do circuito das frutas (SP). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 52, p. 205-222, 2014.
- TRICHES, Rozane Marcia; SIMONETTI, Mariana Grisa; PEREZ-CASSARINO, Julian; BACCARIN, José Giacomo; Teo, Carla Rosane Paz Arruda. Condicionantes e limitantes na

aquisição de produtos da agricultura familiar pelo Programa de Alimentação Escolar no estado do Paraná. **REDES**, v. 24, n. 1, p. 118-137, 2019.

VALNIER, Adilson; RICCI, Fabio. Programa de Aquisição de Alimentos (PAA): uma análise comparativa nos estados de Rondônia e Acre. **Campo e Território, revista de geografia agrária**, v. 8, n. 16, p. 198-228, 2013.

VASYL'YEVA, Olena. Assessment of factors of sustainable development of the agricultural sector using the Cobb-Douglas production function. **Baltic Journal of Economic Studies**, v. 7, n. 2, p. 37-49, 2021.

VITORINO, Paulo Henrique; CARRARA, Anielia Fagundes. Crédito rural e seu impacto no ambiente macroeconômico brasileiro: uma análise do efeito do Pronaf sobre a inflação, produção e emprego do país no período recente. *Revista de Desenvolvimento e Políticas Públicas (Redepp)*, [s.l.], v. 2, n. 2, p. 140-157, 2019. Disponível em: Redepp .

VOLLARO, Michele; RAGGI, Meri; VIAGGI, Davide. Public R&D and European agriculture: impact on productivity and return on R&D expenditure. **Bio-based and Applied Economics Journal**, v. 10, n. 1, p. 73-86, 2021.

WANG, Jiquan *et al.*. A method for estimating output elasticity of *input* factors in Cobb-Douglas production function and measuring agricultural technological progress. **IEEE Access**, v. 9, p. 26234-26250, 2021.

YUAN, Zaijian. Analysis of agricultural *input*-output based on Cobb–Douglas production function in Hebei Province, North China. **African Journal of Microbiology Research**, v. 5, n. 32, p. 5916-5922, 2011.

ZAWOJSKA, Aldona. The economic and social justifications for public spending to agriculture: theoretical insights and empirical observations. **Acta Scientiarum Polonorum. Oeconomia**, v. 12, n. 4, p.133-143, 2013.

ZHANG, Qichen *et al.*. Study on factors affecting corn yield based on the Cobb-Douglas production function. **Agricultural Water Management**, v. 228, 2020.

ANEXO A.1 Tabelas de Correlação das Variáveis

Tabela 5 - Correlações entre as variáveis em nível – Nacional

	Numero de Estabelecimentos	Despesas Empenhadas	Valor da produção	Mão de obra	Despesas tecnologicas	Extensão	Máquinas	Capital Animal
Numero de estabelecimentos	1, 0000							
Despesas empenhadas	0,2405	1, 0000						
Valor da produção	0,1160	0,1971	1, 0000					
Mão de obra	0,9370	0,2519	0,2455	1, 0000				
Despesas tecnologicas	0,0755	0,1835	0,8797	0,2027	1, 0000			
Extensão	0,3853	0,3652	0,3466	0,3911	0,2890	1, 0000		
Máquinas	0,1498	0,3049	0,6914	0,2279	0,6117	0,7186	1, 0000	
Capital Animal	0,0297	0,0088	0,0125	0,0300	0,0092	0,0226	0,0106	1,0000

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 6 - Correlações entre as variáveis em nível – Nordeste

	Numero de Estabelecimentos	Despesas Empenhadas	Valor da produção	Mão obra	Despesas tecnologicas	Extensão	Máquinas	Capital Animal
Numero de estabelecimentos	1,0000							
Despesas empenhadas	0,3080	1,0000						
Valor da produção	0,1195	0,1864	1,0000					
Mão de obra	0,9404	0,3126	0,2294	1,0000				
Despesas tecnologicas	0,0985	0,1812	0,9385	0,1945	1,0000			
Extensão	0,5786	0,2673	0,1595	0,5841	0,1179	1,0000		
Máquinas	0,2066	0,1849	0,8843	0,3077	0,8487	0,1992	1,0000	
Capital Animal	0,0885	-0,0539	0,0335	0,0853	0,0310	0,0016	0,0653	1,0000

Fonte: Resultado da pesquisa.