

Da Escola ao Campo: Efeitos do Programa Nacional de Alimentação Escolar na Agricultura Familiar

From School to Farm: Economic Effects of Brazil's National School Feeding Program

De la Escuela al Campo: Efectos del Programa Nacional de Alimentación Escolar en la Agricultura Familiar

Grupo temático 12 – Avaliação de Políticas Públicas

Diogo Vieira Cabral, Universidade Federal de Viçosa

Luana Ferreira dos Santos, Universidade Federal de Viçosa

RESUMO

O presente estudo avaliativo visa investigar os efeitos das aquisições da agricultura familiar pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) no valor bruto da produção agropecuária (VBP) da agricultura familiar do estado de Minas Gerais. De abordagem quantitativa, o estudo empregou as técnicas estatísticas multivariadas Análise Fatorial (AF) e Análise de Regressão Linear Múltipla (RLM) para sua operacionalização. A primeira foi utilizada para a identificação dos fatores latentes determinantes da explicação do VBP da agricultura familiar estadualmente. Dessa forma, o modelo de regressão contou com o VBP da agricultura familiar de Minas Gerais como variável dependente, o valor das aquisições da agricultura familiar pelo PNAE como independente de interesse e os dois fatores gerados via AF: “Recursos Produtivos, Agregação de Valor e Organizações Sociais” e “Mecanização e Capitalização”, como variáveis de controle. Por resultados, verificou-se que o acréscimo de R\$ 1,00 das compras públicas da agricultura familiar pelo PNAE tende a ser acompanhado pelo aumento de R\$ 14,00 no valor do VBP da agricultura familiar nos municípios mineiros. Apesar do efeito causado no VBP, o PNAE tem um efeito bem reduzido em comparação aos fatores estruturais. Por sugestões de pesquisas futuras, recomenda-se a adoção de estudos longitudinais e afins para a verificação da relação de causa e efeito entre as variáveis.

Palavras-chave: análise fatorial, regressão linear múltipla, mecanização.

ABSTRACT

This evaluative study aims to investigate the effects of family farming acquisitions by the National School Feeding Program (PNAE) on the gross value of agricultural production (GVP) of family farming in the state of Minas Gerais. Using a quantitative approach, the study employed the multivariate statistical techniques Factor Analysis (FA) and Multiple Linear Regression Analysis (MLR) for its operationalization. The former was used to identify the latent factors determining the explanation of family farming GVP at the state level. Thus, the regression model included the GVP of family farming in Minas Gerais as the dependent variable, the value of family farming acquisitions by PNAE as the independent variable of interest, and the two factors generated via FA: "Productive Resources, Value Addition and Social Organizations" and "Mechanization and Capitalization", as control variables. Results showed that an increase of R\$ 1.00 in public purchases from family farming by PNAE tends to be accompanied by an increase of R\$ 14.00 in the GVP value of family farming in municipalities of Minas Gerais. Despite the effect on GVP, PNAE has a considerably reduced effect compared to structural factors. For future research suggestions, the adoption of longitudinal and related studies is recommended to verify the cause-and-effect relationship between the variables.

Keywords: factor analysis, multiple linear regression, mechanization.

RESUMEN

El presente estudio evaluativo tiene como objetivo investigar los efectos de las adquisiciones de la agricultura familiar por el Programa Nacional de Alimentación Escolar (PNAE) en el valor bruto de la producción agropecuaria (VBP) de la agricultura familiar del estado de Minas Gerais. Con un enfoque cuantitativo, el estudio empleó las técnicas estadísticas multivariadas Análisis Factorial (AF) y Análisis de Regresión Lineal Múltiple (RLM) para su operacionalización. La primera fue utilizada para la identificación de los factores latentes determinantes de la explicación del VBP de la agricultura familiar a nivel estatal. De esta forma, el modelo de regresión contó con el VBP de la agricultura familiar de Minas Gerais como variable dependiente, el valor de las adquisiciones de la agricultura familiar por el PNAE como independiente de interés y los dos factores generados vía AF: "Recursos Productivos, Agregación de Valor y Organizaciones Sociales" y "Mecanización y

Capitalización", como variables de control. Por resultados, se verificó que el incremento de R\$ 1,00 de las compras públicas de la agricultura familiar por el PNAE tiende a ser acompañado por el aumento de R\$ 14,00 en el valor del VBP de la agricultura familiar en los municipios mineros. A pesar del efecto causado en el VBP, el PNAE tiene un efecto muy reducido en comparación con los factores estructurales. Como sugerencias de investigaciones futuras, se recomienda la adopción de estudios longitudinales y afines para la verificación de la relación de causa y efecto entre las variables.

Palabras clave: análisis factorial, regresión lineal múltiple, mecanización.

1. Introdução

A agricultura familiar é a categoria social e política predominante nas unidades produtivas rurais de toda a América Latina, tendo contribuição expressiva à produção agroalimentar. No Brasil é o setor produtivo responsável pela maior parcela da produção de alimentos para o abastecimento interno no país (Schneider, 2016).

Conforme a legislação, para ser considerada estabelecimento agropecuário familiar, a propriedade rural deve atender simultaneamente aos seguintes requisitos: área total de até 4 módulos fiscais; maior parcela da força de trabalho na propriedade exercida pela família; metade da renda familiar proveniente do trabalho na propriedade; gestão do estabelecimento pela família (Brasil, Decreto nº 9.064/2017). Frisa-se que tais especificações para a definição de agricultura familiar serviram de base para o Censo Agropecuário de 2017, pesquisa censitária produtora dos dados secundários a serem utilizados neste estudo.

Apesar de ser historicamente negligenciado pelo governo brasileiro com menos recursos e políticas públicas em detrimento do agronegócio (Souza-Esquerdo; Bergamasco, 2014), o segmento familiar é responsável por 80,9 milhões de hectares no espaço agrário (23% do total), 2/3 do emprego de mão de obra no campo (67% do total) e 23% da produção do setor agropecuário. No estado de Minas Gerais, o valor da produção total do setor familiar compreendeu cerca de 25% do total, cerca de 14,9 bilhões de reais (IBGE, 2019).

A primeira política pública voltada para a agricultura familiar no Brasil foi o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) em 1996 (Abreu; Oliveira; Roboredo, 2021). Grisa e Schneider (2014) identificam 3 gerações principais de políticas públicas para o setor, sendo: 1ª geração: com referencial agrícola e agrário, com destaque ao Pronaf; 2ª geração: com referencial social e assistencial; e a 3ª geração: com referencial para a construção social de mercados para a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) e Sustentabilidade, a exemplo do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), e a vinculação do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) com a agricultura familiar, entre outros.

Cabe ressaltar que as políticas públicas para agricultura familiar, com destaque ao PNAE, são objeto de estudos de diversos trabalhos acadêmicos, em sua maioria qualitativos. Simonino, Santos e Valadares (2021) identificam uma certa defasagem de estudos quantitativos ou mistos na investigação deste programa público. Dadas essas informações, o presente estudo pretende auxiliar na mitigação dessa lacuna via a investigação da influência das compras públicas da agricultura familiar pelo PNAE no valor bruto da produção agropecuária (VBP) do estado de Minas Gerais, controlado por seus fatores estruturais.

Quanto à escolha do VBP como parâmetro de análise, frisa-se que esse é um forte indicador do desempenho das lavouras e da pecuária para o setor agropecuário, representando o faturamento bruto auferido pelos produtores dentro da propriedade. Ele é calculado com base nos volumes da produção agrícola e pecuária multiplicados pelos preços médios recebidos pelos produtores nas principais praças do país (Insper, 2025; Brasil, 2025).

Este estudo avaliativo parte da premissa de que o possível efeito positivo do PNAE ao VBP dos estabelecimentos familiares é um forte indicador do fortalecimento da agricultura familiar pela política pública, aspecto diretamente relacionado ao objetivo de longo prazo do PNAE de contribuir para o desenvolvimento econômico e sustentável do setor familiar (Brasil, 2024). Além disso, enfatiza-se que o aumento da produção e da produtividade está diretamente alinhado ao crescimento e desenvolvimento econômico, bem-estar social e qualidade de vida da sociedade (Moreira, 1991).

2. Referencial teórico

2.1. Avaliação de políticas públicas orientada a resultados

A avaliação de políticas públicas, como disciplina, campo de estudos e produção de conhecimentos sistemáticos, remonta à década de 1960. A temática apresenta uma ampla gama de definições encontradas na literatura nacional e internacional, que se convergem em 3 pontos principais: surge para formular juízos de valor

ou mérito de uma intervenção num problema público; ênfase em procedimentos sistemáticos e rigorosos para embasar o julgamento de valor das ações; e é uma ferramenta indispensável para a tomada de decisões, fornecendo informações necessárias aos gestores para o planejamento e a gestão das políticas e programas públicos (Serapioni, 2016). Em essência, a avaliação de políticas públicas refere-se a um conjunto de procedimentos técnicos de abordagem interdisciplinar, voltados para a produção de informações, evidências e conhecimentos sistemáticos que contribuam com o aperfeiçoamento de políticas, programas e projetos sociais e que estejam diretamente relacionados ao alcance de seus objetivos (Januzzi, 2020).

Apesar da avaliação de programas ser um campo relativamente recente, foi somente a partir da década de 1970 que houve o surgimento dos primeiros periódicos com o termo “*evaluation*” (Rossi; Lipsey; Freeman, 2019). Desde que a avaliação se tornou uma atividade reconhecida, período que remonta da década de 1930 à década de 1970, houve uma tendência à centralização na obtenção e/ou verificação de resultados das políticas ou programas; se eles estavam alcançando os objetivos para que foram criados e quais seriam esses resultados. Ou seja, os programas com bons resultados deveriam ser expandidos e os com desempenho insatisfatório, abandonados/extintos ou reduzidos (Weiss, 1997).

Por “resultados” ou “efeitos”, Weiss (1997) concebe os resultados alcançados no público-alvo dos programas; e por “impactos”, os efeitos/resultados líquidos do programa, ou seja, levando em consideração o que teria acontecido sem a intervenção dele. Todavia, há outros autores que concebem o termo “impactos” como sinônimo de “resultados” e outros que os designam somente como “resultados de longo prazo” (Weiss, 1997). Já Rossi, Lipsey e Freeman (2019) concebem “resultados” pelas características observáveis ou condições sociais do público-alvo em dado momento, sem fazer referência necessariamente às ações do programa; e “efeitos” ou “impactos” pelo nível de resultado obtido pelos beneficiários do programa que pode ser atribuído única e exclusivamente à atuação do programa. Para o estudo será adotada a noção de “resultados” ou “efeitos” de Weiss (1997), haja vista que o artigo será operacionalizado via um corte transversal ou *cross-section*, que impossibilita de auferir os resultados obtidos caso não houvesse a atuação do programa.

Esse enfoque em resultados, efeitos e/ou impactos parte da noção de que intervenções, por mais que sejam plausíveis socialmente, não necessariamente levam aos melhores resultados; logo, seus efeitos e/ou resultados devem ser investigados para o aprimoramento contínuo dos programas, seja pela maximização de efeitos benéficos, melhor custo-benefício ou até pela mitigação de possíveis efeitos nocivos (Rossi; Lipsey; Freeman, 2019). Nesta perspectiva, Rossi, Lipsey e Freeman (2019) reconhecem a atuação da avaliação para a identificação e triagem dos programas eficazes dos ineficazes, possibilitando o lançamento de novos programas ou a revisão dos existentes, para que alcancem melhores resultados e sejam avaliados os efeitos dos programas sobre os resultados relevantes. Para os autores, a avaliação dos efeitos do programa sobre seus beneficiários é a tarefa mais crítica da avaliação, pois um programa ou política só pode ser considerado bem-sucedido se produzir algum grau de mudança benéfica no contexto que aborda.

Essa concepção de avaliação está alinhada ao movimento ou paradigma teórico do *New Public Management* ou Nova Gestão Pública, onde a atividade de avaliação, em meio às reformas estatais e de aparelhos administrativos de vários países, é percebida prioritariamente como um instrumento gerencial para a realocação de recursos, privilegiando a medição de resultados em detrimento dos processos (Derlien, 2001; Faria 2005; Ramos; Schabbach, 2012). A partir deste contexto, a avaliação é vista como um instrumento governamental essencial para a eficiência do gasto público e a alocação apropriada de recursos, da melhoria da gestão e da tomada de decisão, da responsabilização por decisões e ações (*accountability*) dos governantes e do controle social sobre a efetividade da ação estatal; ou seja, permitindo melhores resultados e melhor utilização dos recursos disponíveis (Ramos; Schabbach, 2012).

Em sequência, Januzzi (2020) reconhece a existência de várias tipologias de avaliações de políticas públicas: segundo o momento de realização do programa: avaliação *ex-ante*, *ex-post* e de processos; segundo o agente avaliador: avaliação externa, interna, mista e participativa; segundo a necessidade de informação e ciclo de programas: avaliação de necessidades ou demanda ou diagnóstica, de desenho, de implementação, de resultados e impactos, de custo-efetividade, e segundo a natureza do produto informacional elaborado.

Essa última tipologia, cunhada pelo próprio autor, se ramifica em 4 tipos gerais: estudos avaliativos: baseiam-se em análises com dados secundários ou de artigos e estudos já existentes sobre a temática; pesquisas de avaliação: baseados em levantamentos primários quali ou quantitativos, com o objetivo de produzir evidências e informações para o aperfeiçoamento das intervenções; meta-avaliações: análises de estudos avaliativos já existentes, com experiências nacionais e internacionais; relatórios-síntese de avaliação e portais web: criação de indicadores gerais para a comunicação de aspectos objetivos de diagnóstico, implementação e resultados das

políticas ou programas.

Outros autores, como Serapioni (2016), adotam tipologias complementares, tal qual a de Stame (2001), que classifica os modelos de avaliação em 3 grandes abordagens: positivista-experimental: com a finalidade de estimar os efeitos de um programa ou política pública, estabelecendo parâmetros e indicadores aptos para mensurações; pragmatista de qualidade: avalia os programas baseando-se em valores internos ou externos a eles; e construtivista: avalia e valoriza a contribuição de diferentes atores na fase de implementação dos problemas, tendo foco principal em analisar o desenvolvimento das intervenções e alcance dos objetivos (Serapioni, 2016).

Dada a natureza do estudo, a presente pesquisa alinha-se à categoria de estudo avaliativo de Januzzi (2016), visto que utiliza dados secundários governamentais para avaliar os efeitos do PNAE sobre um parâmetro bem definido (VBP familiar); e integra também a abordagem positivista-experimental de Serapioni (2016), por utilizar-se de técnicas quantitativas para estimar os efeitos de um programa público. Assim, para a consecução dos objetivos do estudo, opta-se pela mesclagem dessas duas categorias e/ou abordagens de pesquisas de avaliação de políticas públicas.

2.2. Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) é uma das mais antigas políticas públicas voltadas para a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) no Brasil. Segundo a legislação vigente, o programa tem por objetivo fornecer alimentação saudável e balanceada que cubra as necessidades nutricionais dos estudantes da rede pública de ensino durante o período letivo e auxiliar no desenvolvimento econômico e sustentável das comunidades rurais (Brasil, Lei nº 11.947/2009). A partir da Lei nº 11.947/2009, tornou-se obrigatório o destino de, no mínimo, 30% dos repasses financeiros do Fundo Nacional de Alimentação Escolar (FNDE) para a compra de gêneros alimentícios de agricultores familiares, priorizando os povos originários indígenas e quilombolas, assentados da reforma agrária e grupos formais e informais de mulheres. Com a promulgação da Lei nº 11.947/2025, a partir de 1º de janeiro de 2026, o percentual mínimo foi elevado para 45%.

Estudos anteriores têm averiguado os efeitos diretos da vinculação da política de alimentação escolar com o setor familiar, seja através: da geração de trabalho, renda e bem-estar; da dinamização da economia local dos territórios; da redução da desigualdade social nos territórios; do estímulo diversificação de cultivos e a criação de animais em unidades familiares; no estímulo ao surgimento de novas organizações sociais (cooperativas e associações); e na construção de mercados locais e regionais (Nunes et al., 2018).

Simonino, Ferreira e Cezar (2024) verificam que, a cada aumento de R\$ 1,00 gasto com as aquisições da agricultura familiar pelo PNAE, converte-se no aumento de R\$ 16,33, R\$ 0,02, R\$ 2,38 e R\$ 8,57 nos Produtos Internos Brutos (PIBs) total, da agropecuária, da indústria e de serviços no estado de Minas Gerais, respectivamente. Já Gomes et al. (2025) constatam que o PNAE gerou efeito positivo na renda de agricultores familiares participantes do programa, com o acréscimo de 0,1% de suas rendas. De forma similar, Ipolito et al. (2025) averigam que as compras públicas do PNAE têm impacto direto nas receitas totais, da horticultura, das lavouras temporárias e da pecuária dos estabelecimentos familiares brasileiros. O destaque ficou por conta do efeito positivo na receita total e na horticultura dos estabelecimentos familiares nordestinos, com o impacto de R\$ 1.654.740,00 e R\$ 350.031,00, respectivamente.

Por fim, Dutra, Martins e Parré (2021) examinam que o PNAE e o Pronaf incentivam o VBP familiar nos municípios da região Sul do Brasil, com efeitos significativos sobre o VBP familiar da região. Para a estimação do modelo, o estudo utilizou-se da função da produção Cobb-Douglas. Inspirado nos autores, torna-se necessária a verificação desses efeitos para outros estados e/ou regiões brasileiras, como estados/regiões com maiores contingentes de estabelecimentos familiares, a exemplo de Minas Gerais, recorte territorial adotado no estudo.

2.3. Teoria da produção e função da produção Cobb-Douglas

Com a teoria da produção, possibilita-se a verificação dos valores da produção de dado setor em determinado período, via a combinação de fatores ou dimensões que influenciam diretamente a previsão e a explicação desses resultados. A partir desta teoria, concebeu-se a “função da produção Cobb-Douglas”, recorrentemente utilizada no setor industrial, agropecuário e afins para a identificação de ineficiências na utilização dos recursos produtivos no processo de produção ou até para a identificação de unidades produtivas eficientes e ineficientes (Strassburg, et al., 2014).

A função da produção Cobb-Douglas (CD) foi criada em 1928 por Charles W. Cobb e Paul H. Douglas em “*A Theory of Production*” (Almeida; Cruz, 2023). Essa função é amplamente utilizada em diversas áreas do

conhecimento, especialmente na Economia Agrícola. Conforme Dutra, Martins e Parré (2021), uma função da produção é dado por

$$Y = f(K, L, I, A, S^*)$$

em que a produção (Y) pode ser estimada/explicada pela combinação dos fatores/dimensões: capital físico (K), capital humano ou trabalho (L), insumos (I) e tecnologia (A). Há outros estudos, como o de Silva (2025), que acrescentam a dimensão “capital social*” (S) na função. Essa dimensão representa a participação em redes coletivas como cooperativas, sindicatos e associações; elementos fundamentais para o acesso a recursos, informações e políticas públicas pelos agricultores familiares (Silva, 2025).

3. Metodologia

De abordagem quantitativa, o presente estudo avaliativo objetiva investigar o efeito das compras públicas da agricultura familiar pelo PNAE em Minas Gerais (variável de interesse), no valor bruto da produção agropecuária (VBP) dos estabelecimentos familiares no estado. (variável dependente), controlado por seus fatores estruturais. A operacionalização do estudo se deu pela combinação das técnicas estatísticas Análise Fatorial (AF) e de Análise de Regressão Linear Múltipla (RLM), explicitadas posteriormente. Além disso, para a avaliação dos efeitos do PNAE no VBP da agricultura familiar, implementou-se a abordagem positivista-experimental de Serapioni (2016), aliada à concepção de estudo avaliativo de Januzzi (2016), ao utilizar dados secundários para investigar os efeitos de uma política pública.

A partir de um corte transversal (*cross-section*), a pesquisa utilizou-se de dados abertos do Censo Agropecuário de 2017, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referentes à agricultura familiar mineira e do Fundo Nacional de Desenvolvimento Educacional (FNDE) quanto às compras públicas do PNAE. Para o alinhamento das variáveis de dois bancos de dados diferentes, adotaram-se os resultados do FNDE referentes a 2017. Além disso, ressalta-se que a amostra das variáveis compreende observações de 853 municípios de Minas Gerais. Contudo, após o tratamento das variáveis o número de observações caiu para 611 (cerca de 71,63% do total), devido a dados faltantes para alguns dos casos das respectivas variáveis.

Para a composição dos fatores/variáveis independentes de controle foram adotadas diversas variáveis associadas às dimensões que explicam a produção, associadas à função da produção Cobb-Douglas: capital físico, capital humano, insumos, tecnologia e capital social. Apesar de alguns estudos estimarem o valor da produção da agricultura familiar via somente uma *proxy* para cada dimensão/fator da função Cobb-Douglas, neste estudo foi utilizada a técnica multivariada Análise Fatorial (AF) para criação de constructos concedidos a partir do agrupamento e da redução da dimensionalidade de 17 variáveis *proxies* de dimensões da função Cobb-Douglas. A decisão da criação desses fatores latentes se deu pela alta heterogeneidade da agricultura familiar e que, dessa forma, seria dificilmente compreendida por apenas uma *proxy* para cada dimensão/fator da função Cobb-Douglas.

As variáveis utilizadas, suas associações com a função da produção Cobb-Douglas, bem como o embasamento teórico, são mostradas no Quadro 1.

Quadro 1 - Variáveis utilizadas no estudo

Código	Variáveis	Dimensão da função da produção Cobb-Douglas	Embasamento teórico
tratimplmaqu	Número de tratores, implementos e máquinas existentes nos estabelecimentos familiares (unidades)	Capital Físico	(Dutra; Martins; Parré, 2021; Strassburg, et al., 2014; Almeida; Neves, 2023; Felema; Spolador, 2022; Ferreira Jr.; Baptista; Lima, 2004; Ngugi; Maitho; Kylo, 2025; Caunedo; Kala, 2021; Diao et al., 2023; Li, 2023)
estagrotrat	Número de estabelecimentos familiares com tratores (unidades)		
tratestagro	Número de tratores existentes nos estabelecimentos familiares (unidades)		
vecestagro	Número de veículos		

ARTIGO

	existentes nos estabelecimentos familiares (unidades)		
estagrosolo	Número de estabelecimentos familiares que utilizaram sistema de preparo do solo (unidades)	Tecnologia	(Oliveira et al., 2001)
agrocultmin	Número de estabelecimentos familiares que utilizaram cultivo mínimo (unidades)		
areaestagro	Área total dos estabelecimentos familiares (hectares)	Insumos	(Dutra; Martins; Parré, 2021; Strassburg, et al., 2014; Almeida; Cruz, 2023)
estagrorechidri	Número de estabelecimentos familiares com recursos hídricos (unidades)		(Montoya; Finamore, 2020)
estagrocorsolo	Número de estabelecimentos familiares que utilizaram correção do solo (unidades)		(Silva, 2025; Ferreira Jr.; Baptista; Lima, 2004)
estagrotoxi	Número de estabelecimentos familiares que utilizaram agrotóxicos (unidades)		(Silva, 2025; Reyna; Braga; Morais, 2020; Ngugi; Maitho; Kylo, 2025; Felema; Spolador, 2022; Raufu et al., 2024)
estagropocup	Número de estabelecimentos familiares com pessoal ocupado (unidades)	Capital Humano	(Dutra; Martins; Parré, 2021; Strassburg, et al., 2014; Almeida; Cruz, 2023; Felema; Spolador, 2022)
pocupestagro	Pessoal ocupado em estabelecimentos familiares (pessoas)		
estagrofin	Número de estabelecimentos familiares que tiveram financiamento (unidades)		(Dutra; Martins; Parré, 2021; Strassburg, et al., 2014; Ferreira Jr.; Baptista; Lima, 2004)
estagrori	Número de estabelecimentos familiares que receberam orientação técnica (unidades)		(Silva, 2025; Reyna; Braga; Morais, 2020; Felema; Spolador, 2022; Ferreira Jr.; Baptista; Lima, 2004; Diao et al., 2023)
estagroinrural	Número de estabelecimentos familiares com agroindústria rural (unidades)		(Simonino; Santos; Cezar, 2024)
acop	Número de estabelecimentos familiares com associados em cooperativas (unidades)	Capital Social	(Silva, 2025; Simonino; Santos; Cezar, 2024; Reyna; Braga; Morais, 2020; Ramos; Vieira Filho, 2023)
valdesprod	Valor das despesas dos estabelecimentos familiares (mil reais)	Complementar	(Almeida; Cruz, 2023; Felema; Spolador, 2022; Ferreira Jr.; Baptista; Lima, 2004; Blanco; Raurich, 2022)
prodestagro	Valor da produção dos estabelecimentos familiares (mil reais)	-	(Dutra; Martins; Parré, 2021; Strassburg, et al., 2014; Almeida; Cruz, 2023; Felema; Spolador, 2022; Ferreira Jr.; Baptista; Lima, 2004;)
vaquagrfa	Valor das aquisições da agricultura familiar pelo PNAE (reais)	-	(Dutra; Martins; Parré, 2021; Simonino; Santos; Cezar, 2024)

Fonte: Elaboração própria, 2026.

A técnica de Análise Fatorial (AF) foi implementada neste estudo a fim de reduzir a dimensionalidade e auxiliar na identificação dos fatores latentes de um conjunto de 17 variáveis associadas ou *proxies* de dimensões/fatores da função da produção Cobb-Douglas: capital físico, capital humano, insumos, tecnologia e capital social.

Essa técnica multivariada visa a identificação de estruturas subjacentes ou não diretamente observáveis e passíveis de medição às variáveis originais, a partir do exame das relações ou correlações entre elas. A modalidade de AF adotada foi a de Análise Fatorial Exploratória (AFE) devido à não exigência do conhecimento prévio do pesquisador quanto à relação de dependência entre as variáveis e do número de fatores a serem definidos; assim não se estabelece restrições a respeito da estimação ou do número de componentes extraídos (Hair et al., 2009; Bezerra, 2007; Matos; Rodrigues, 2019).

Quanto ao método de extração, optou-se pelo de componentes principais. Esse método é o mais adequado quando a redução de dados é a estratégia prioritária da análise, logo, focando no menor número possível de fatores latentes que expliquem a maior porção da variância total do conjunto das variáveis originais; ou seja, de forma a maximizar a variância total explicada (Hair et al., 2009; Bezerra, 2007; Fávero; Belfiore, 2017).

Para auxiliar na interpretação dos fatores, optou-se pelo método de rotação de fatores ortogonal varimax. Na prática o objetivo do método é simplificar as linhas e colunas da matriz fatorial. O método varimax possibilita que cada variável detenha uma carga alta ou expressiva para apenas um fator. A aplicação dessa rotação permite que cada variável seja facilmente associada a um único fator. Ademais, a partir do varimax os fatores extraídos têm baixa correlação entre si e são ideais para o uso subsequente em outras técnicas multivariadas, a exemplo da Regressão Linear Múltipla (RLM) (Hair et al., 2009; Bezerra, 2007; Fávero; Belfiore, 2017).

Por fim, a fim de verificar a adequabilidade da análise fatorial, foram implementados os testes de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) e o teste de esfericidade de Barlett. O primeiro mede o grau de correlação parcial entre as variáveis, garantindo um nível de referência dentro do conjunto das variáveis; para que seja viável a aplicação da técnica, o valor obtido nesse teste deve ser superior a 0,5 (Fávero; Belfiore, 2017); e o teste de esfericidade indica se a matriz de correlação é uma matriz identidade, ou seja, se há correlação zero entre as variáveis, se sim, leva-se à conclusão de que o modelo de AF é inadequado (Hair et al., 2009; Bezerra, 2007).

Em sequência, foi utilizada a técnica estatística multivariada de Regressão Linear Múltipla (RLM), cuja equação do modelo empreendido pode ser sintetizada em:

$$VBP_i = \beta_0 + \beta_1 PNAE_i + \beta_2 F1_i + \beta_3 F2_i + u_i$$

em que VBP (Y) é a variável dependente; PNAE (X1), F1 (X2) e F2 (X3) são as independentes; u é o termo de erro estocástico; i é o indicador da i -ésima observação; e β é o intercepto.

A análise de Regressão Linear Múltipla (RLM) é uma técnica estatística multivariada, que, ao invés da Regressão Linear Simples, utiliza-se de mais de uma variável independente (preditora) para analisar a relação entre elas e uma única variável dependente (resultado). O objetivo dessa análise é prever ou estimar os valores da variável dependente, a partir dos valores das variáveis independentes, cujos valores são conhecidos (Hair et al., 2009; Daniels; Minot, 2018). Nesse estudo, o método de estimação de modelos é o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Esse modelo visa a obtenção da menor soma dos quadrados dos resíduos (SQR) (Cunha; Coelho, 2007).

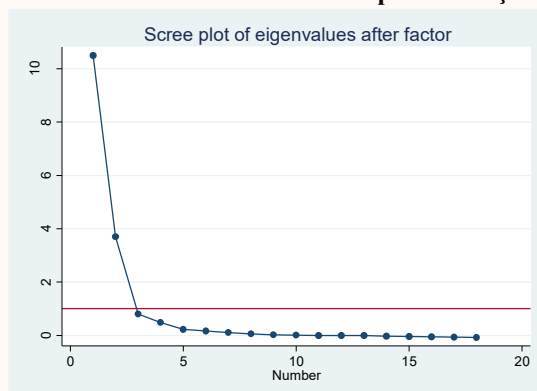
Para a adequação da utilização da Regressão Linear Múltipla (RLM), autores como Hair et al. (2009) estipulam algumas suposições/pressupostos que devem ser atendidas, bem como testes para a verificação dessas suposições e as ações corretivas, caso haja a violação de alguma delas. Algumas das principais suposições elencadas pelos autores são: **linearidade do fenômeno medido**: indica que as variáveis independentes e a variável dependente do modelo devem possuir uma relação linear; **variância constante dos resíduos (homoscedasticidade)**: os resíduos devem ter variância constante ao longo do modelo de regressão. A presença de variâncias desiguais dos resíduos é chamada de heteroscedasticidade; **independência dos termos de erro (resíduos)**: cada valor previsto deve ser independente, sendo assim, o valor previsto não está relacionado com qualquer outra previsão; **normalidade da distribuição dos resíduos**: os resíduos devem ter uma distribuição normal. Esse teste é recorrentemente implementado via o gráfico de histograma; **multicolinearidade**: ocorre quando duas ou mais variáveis independentes detêm uma correlação tão forte entre si, sendo capaz de medir conceitos semelhantes. Essas variáveis não devem possuir correlação muito alta entre si, visto que essa correlação acentuada pode distorcer substancialmente os resultados (Hair et al. 2009; Cunha; Coelho, 2007; Daniels; Minot, 2018).

Por fim, para o presente estudo, a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_a) se traduzem em: **H_0 :** Não há efeito significativo da variável de aquisições da agricultura familiar pelo PNAE no VBP familiar em Minas Gerais; **H_a :** Há um efeito significativo da variável de aquisições da agricultura familiar pelo PNAE no VBP familiar em Minas Gerais; e **H_0 :** Não há efeito positivo da variável de aquisições da agricultura familiar pelo PNAE no VBP familiar em Minas Gerais; **H_a :** Há um efeito positivo da variável de aquisições da agricultura familiar pelo PNAE no VBP familiar em Minas Gerais.

4. Resultados e Discussão

Primeiramente, adotou-se a técnica de Análise Fatorial (AF) com as variáveis independentes, com exceção da variável de interesse. Para se obter o número ideal de fatores, empregou-se o critério da raiz latente ou autovalor (*eigenvalue*). Assim, somente fatores que detêm raízes latentes ou autovalores (*eigenvalues*) $\geq 1,0$ (*Kaiser test*) são considerados significantes (Hair et al., 2009; Bezerra, 2007). Dessa forma, conforme o gráfico abaixo, foram retidos 2 fatores principais que condensam a maior parcela da variância total das variáveis originais.

Gráfico 1 - Gráfico de autovalor para retenção de fatores



Fonte: Elaboração própria via STATA, 2026.

Após a aplicação da análise fatorial e do método de rotação ortogonal varimax, as 17 variáveis selecionadas foram agrupadas em dois fatores determinantes da explicação do valor bruto da produção (VBP) da agricultura familiar mineira. Os 2 fatores, em conjunto, compreendem 90% da variância total das variáveis originais, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Fatores e Variâncias

Fator	Variância	Variância Explicada	Variância Acumulada
Fator 1	7,016	0,475	0,475
Fator 2	6,328	0,428	0,903

Fonte: Elaboração própria via STATA, 2026.

Para a verificação da adequabilidade da execução da análise fatorial, foram realizados os testes *Kaiser Meyer Olkin* (KMO) e de esfericidade de Bartlett. O primeiro apresentou um valor ótimo de 0,899. Conforme a literatura especializada, esse valor supera o ponto de corte de 0,70, logo, é considerado adequado e capaz de gerar valores significativos (Matos; Rodrigues, 2019). Em relação ao segundo, esse também validou o modelo, visto que o nível de significância obtido foi abaixo de 0,5.

Na tabela 2 são evidenciados os resultados da aplicação da análise fatorial. Com o emprego do método varimax, cada variável original está fortemente associada a somente um fator latente. Além disso, é notório que todas as cargas fatoriais foram superiores a 0,70, indicativo robusto da relação entre as variáveis originais e os fatores latentes gerados (Hair et al., 2009). A partir dos valores auferidos às cargas fatoriais, os 2 fatores foram nomeados: i) Recursos Produtivos, Agregação de Valor e Organizações Sociais e ii) Mecanização e Capitalização.

Tabela 2 - Fatores determinantes encontrados

Variáveis	Recursos Produtivos, Agregação de Valor e Organizações Sociais	Mecanização e Capitalização
estagrocorsolo		0,818
estagrotoxi		0,794
areaestagro	0,782	
tratimplmaqu		0,914
estagrosolo	0,908	
agrocultmin	0,886	
estagrorechidri	0,869	
estagrotrat		0,941
tratestagro		0,936
vecestagro		0,718
estagropocup	0,876	
pocupestagro	0,865	
estagroinrural	0,754	
estagrori		0,776
estagrofin	0,819	
acop	0,859	
valdesprod		0,762

Fonte: Elaboração própria via *STATA*, 2026.

O primeiro fator, intitulado “Recursos Produtivos, Agregação de Valor e Organizações Sociais”, aglutinou 10 variáveis, retendo 47% da variância total. Esse constructo sintetizou uma dimensão da agricultura familiar do estado de Minas Gerais mais aderente às organizações sociais (acop); às políticas públicas de crédito rural (estagrofin); à geração de trabalho no campo (estagropocup e pocupestagro); à agregação de valor via agroindústrias rurais (estagroinrural); à área total dos estabelecimentos familiares (areaestagro); ao acessos de recursos hídricos (estagrorechidri), dimensões indispensáveis para o cultivo de culturas diversas e a criação de animais; além da adoção de práticas de cultivo mais sofisticadas (estagrosolo e agrocultmin), variáveis diretamente relacionadas a maior produtividade. Por compartilharem o mesmo fator, tais variáveis são altamente correlacionadas e assim, tendem a variar conjuntamente.

Pela literatura, confirma-se que essas dimensões influenciam positivamente a produtividade no campo e o fortalecimento da agricultura familiar, haja vista que a adesão a organizações sociais (cooperativas e associações), a agregação de valor via agroindústrias rurais, o acesso a crédito rural e aos mercados institucionais são variáveis inerentes ao fortalecimento do segmento estadualmente (Simonino; Santos; Cezar, 2024). Além disso, a adoção de práticas de cultivo, bem como a disponibilidade de mão de obra, terra, água e outros recursos naturais são fatores cruciais para a produtividade e rentabilidade do setor.

O segundo fator “Mecanização e Capitalização” compreendeu 8 variáveis, retendo 42% da variância total. Esse constructo foi constituído por várias variáveis diretamente relacionadas à mecanização e à infraestrutura física da agricultura familiar, com a presença de tratores, utilitários, máquinas agrícolas e veículos no geral (estagrotrat, tratestagro, tratimplmaqu e vicestagro), de insumos agrícolas como agrotóxicos (estagrotoxi) e corretivos do solo (estacorsolo); e da presença de atividades geradoras de despesas financeiras (valdesprod), relacionando-se tanto à aquisição quanto à manutenção dos próprios ativos produtivos, matérias-primas e insumos agrícolas, entre outros dispêndios. Outra variável abarcada foi o acesso à orientação técnica (estagrori), atividade fundamental para a produtividade e rentabilidade nas unidades produtivas. Frisa-se que inovações tecnológicas, como as condicionadas a este fator, são imprescindíveis para a redução dos recursos naturais e mão de obra empreendida, sendo dimensões diretamente decisivas para maior competitividade dos estabelecimentos familiares (Schneider, 2016).

A partir dos fatores, compreende-se que o acesso a Recursos Produtivos, Agregação de Valor e Organizações Sociais, e a Mecanização e Capitalização para a agricultura familiar mineira são duas dimensões altamente explicativas do valor bruto da produção agropecuária (VB) no estado de Minas Gerais. Para o estudo, ambos os constructos servirão de controle para a identificação da intensidade da relação entre o valor bruto da produção dos estabelecimentos familiares (variável dependente) e o valor das aquisições da agricultura familiar pelo PNAE (variável independente de controle). Assim, constituiu-se o modelo inicial de regressão linear múltipla com as variáveis explicitadas anteriormente. A descrição do modelo inicial está elucidada na tabela 3.

Tabela 3 – Descrição do Modelo de Regressão Linear Múltipla

Tabela 5 - Descrição do Modelo de Regressão Linear Múltipla								
prodestagro	Coefficiente	Erro Padrão	t-valor	p-valor	[Intervalo de Confiança de 95%]		Sig	Beta
vaquagrfa	0,014	0,004	3,18	0,002	0,005	0,023	***	0,071
f1	7.573,828	587,346	12,90	0,000	6.420,351	8.727,304	***	0,287
f2	20.199,378	587,263	34,40	0,000	19.046,065	21.352,692	***	0,770
Constante	19.582,042	681,976	28,71	0,000	18.242,723	20.921,36	***	
Média da variável dependente		21.481,452		Desvio padrão da var. dependente		27.085,001		
R-quadrado		0,701		Número de observações		611		
Teste F		474,203		Prob > F		0,000		
Critério de Akaike (AIC)		13.476,054		Critério Bayesian (BIC)		13.493,714		
*** p<0.01. ** p<0.05. * p<0.1								

Fonte: Elaboração própria via STATA, 2026.

Em relação à qualidade da regressão, verifica-se que ambas as 3 variáveis independentes apresentaram valores significativos, a um nível de 1% (0,01). Evidenciando que é improvável que os resultados sejam por acaso, se não houver algum grau de relação entre as variáveis dependente e independentes (Daniels; Minot, 2018). Observa-se que, em conjunto, as 3 variáveis independentes explicam cerca de 70% da variação da variável dependente, conforme o R^2 ajustado do modelo. Logo, as aquisições da agricultura familiar pelo PNAE, bem como os fatores latentes determinantes do valor da produção familiar são dimensões importantes para estimar e prever o VBP dos estabelecimentos familiares a nível municipal.

Em relação aos coeficientes, pelo modelo estima-se que o aumento de R\$ 1 nas compras públicas da agricultura familiar pelo PNAE tende a converter-se em R\$ 14,00 no VBP dos estabelecimentos familiares agregadamente. Quanto às variáveis de controle, o aumento de 1 ponto no escore do fator “Recursos Produtivos, Agregação de Valor e Organizações Sociais” (f1) e no fator “Mecanização e Capitalização” (f2) aumenta cerca de R\$ 7.573,82 (mil reais) e R\$ 20.199,38 (mil reais) no VBP dos estabelecimentos familiares a nível municipal, respectivamente. Com isso, verifica-se a magnitude da influência do PNAE e dos fatores latentes para a produção familiar, tendo a primeira influência marginal em comparação aos fatores. Além disso, verifica-se que f2 obteve impacto 3 vezes (2,6x) maior no aumento unitário do VBP do que f1.

Dessa forma, supõe que a mecanização e capitalização, ou seja, a adoção de ativos produtivos, insumos agrícolas e orientação técnica pelos estabelecimentos familiares têm maior influência no volume e valor da produção familiar do que o acesso a recursos produtivos, agregação de valor e organizações sociais; dimensão que sintetiza a adoção de práticas de cultivo mais sofisticadas, a criação de agroindústrias rurais, a associação a organizações sociais (cooperativas e associações) e o acesso a programas públicos de financiamentos (crédito rural), entre outros.

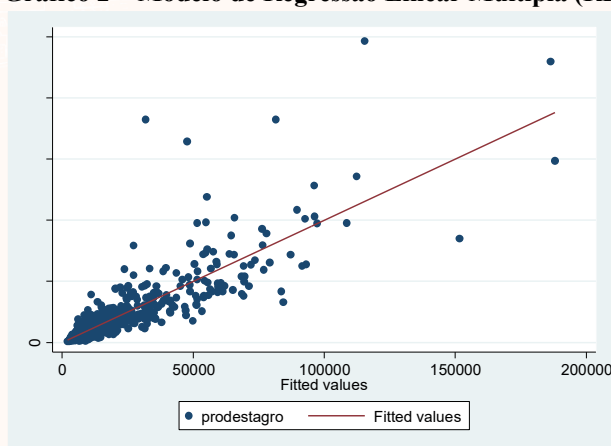
Em relação aos coeficientes beta padronizados, confirma-se a maior aderência do fator 2 na explicação do valor bruto da produção, com valor 0,770. Este valor indica que 1 desvio padrão no escore do fator tende a resultar em 0,770 desvios padrão no valor da produção. Esse dado confirma que o fator de mecanização e capitalização é um dos principais determinantes da produtividade da agricultura familiar mineira. O coeficiente de 0,071 para as compras públicas do PNAE indica efeito marginal do PNAE no valor bruto da produção familiar, em relação aos fatores. Dessa forma, apesar do acesso a mercados institucionais, como o PNAE, ser fundamental para a inclusão produtiva, o escoamento da produção familiar, a diversificação dos cultivos, a mitigação de desigualdades sociais no campo, etc. (Nunes et al., 2018), em quesito de efeito sobre o valor bruto da produção, sua influência é bem menor do que a mecanização e capitalização do setor, ou o acesso a outros recursos produtivos, como a agregação de valor e organizações sociais, agregadamente.

Outro fato interessante é o estímulo do PNAE no fortalecimento das organizações sociais (cooperativas e associações) nos territórios (Nunes et al., 2018). Assim, paralelamente, a aderência desse mercado institucional pelos agricultores tende a fortalecer e consolidar um outro componente do fator 1 “Recursos Produtivos, Agregação de Valor e Organizações Sociais”, ou seja, corrobora de forma indireta para maiores efeitos ao VBP

dos estabelecimentos familiares e municípios.

Em relação aos pressupostos inerentes à adoção da Regressão Linear Múltipla (RLM) citados na seção de metodologia do estudo, apresenta-se, seguidamente, a validação do modelo adotado. A começar pela linearidade das variáveis independentes e da variável dependente, verifica-se no Gráfico 2 a relação linear entre a previsão do valor bruto da produção familiar advindo da combinação das variáveis independentes e os valores de fato obtidos pela variável. Percebem-se alguns valores discrepantes (*outliers*) no gráfico. Nesse estudo, adotou-se a permanência destes, visto que a exclusão destes valores não melhorou o modelo em quesito de homoscedasticidade e linearidade dos resíduos, a ser exibido posteriormente. Além disso, supõe-se que a exclusão de valores discrepantes compromete a representatividade da amostra, visto que não são erros de medição, apenas refletem a heterogeneidade característica da agricultura familiar brasileira; ademais, a exclusão indevida pode distorcer os resultados auferidos.

Gráfico 2 – Modelo de Regressão Linear Múltipla (RLM) no Plano Cartesiano



Fonte: Elaboração própria via STATA, 2026.

Na tabela 4 foram elucidados os resultados dos demais pressupostos da RLM. Em relação ao pressuposto de homocedasticidade, a partir da adoção do Teste Breusch-Pagan / Cook-Weisberg, rejeita-se a hipótese nula de variância homogênea dos resíduos. Dessa forma, o modelo apresenta resíduos heterocedásticos, resultando na violação do pressuposto.

Todavia, a fim de contornar a problemática, adotou-se o modelo de Regressão Linear Múltipla por Erros Padrão Robustos de Huber-White. Esse procedimento utiliza um método diferente para calcular o erro padrão de cada coeficiente, resultando em um intervalo de confiança e num p-valor diferente, porém mantendo os valores dos coeficientes estimados inalterados. Dessa maneira, essa técnica garante a correção de distorções causadas pela heterocedasticidade, conferindo validade aos resultados (Daniels; Minot, 2018). Em seguida, com a implementação do Teste Skewness/Kurtosi, também se rejeita o pressuposto de linearidade de resíduos. Contudo, segundo o teorema do limite central, o número de observações adotadas no estudo ($n=611 > 100$) garante linearidade dos resíduos, visto que a distribuição dos coeficientes estimados tende-se a tornar normal à medida que o tamanho da amostra aumenta, mesmo que o termo de erro ou resíduo não siga uma distribuição normal. Esse critério só é válido para amostras com mais de 100 observações (Daniels; Minot, 2018).

Em relação ao pressuposto de multicolinearidade, garante-se a adequação do modelo, tendo em vista que nenhuma variável independente adotada possui um Fator de Inflação de Variância (VIF) superior a 10, garantindo que as 3 variáveis não são altamente correlacionadas entre si.

Tabela 4 – Validação dos Pressupostos da Regressão Linear Múltipla

Homocedasticidade	Normalidade	Multicolinearidade	
Teste Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test	Teste Skewness/Kurtosi	Fator de Inflação da Variância (VIF)	
Ho = assume variância homogênea dos resíduos	Ho = assume distribuição normal dos resíduos	vaquagrfram	1,03
Ha = não assume variância	Ha = não assume distribuição		

homogênea dos resíduos	normal dos resíduos		
Prob>chi2	Prob>chi2	f1	1,02
0,000	0,000	f2	1,01
Rejeita Ho	Rejeita Ho		

Fonte: Elaboração própria via STATA, 2026.

Como relatado anteriormente, o modelo de Regressão Linear Múltipla (RLM) inicial é atualizado adotando o modelo com erros robustos para auferir a validade deste. Conforme a tabela 5, o modelo com erros robustos mantém os coeficientes das variáveis inalterados, porém altera o p-valor e os intervalos de confiança para cada coeficiente. A partir dessa versão, f1 (“Recursos Produtivos, Agregação de Valor e Organizações Sociais”) e f2 (“Mecanização e Capitalização”) permanecem significativos a um nível de significância de 1%, porém o valor das aquisições da agricultura familiar pelo PNAE (vaquagrfam) passa a ser significativo somente a um nível de 10%. Neste estudo, o nível de significância adotado é de 10%, logo, a variável permanece válida para a explicação do VBP familiar de Minas Gerais. Entende-se que o nível de significância adotado pode ser de até 10%, cabendo ao pesquisador a tomada de decisão quanto a esse aspecto (Gujarati; Porter, 2011).

Tabela 5 - Descrição do Modelo de Regressão Linear Múltipla com Erros Robustos

Tabela 5 - Descrição do Modelo de Regressão Linear Múltipla com Erros Robustos							
prodestagro	Coeficiente	Erro Padrão	t-valor	p-valor	[Intervalo de Confiança de 95%]		Sig
vaquagrfam	0,014	0,008	1,82	0,069	-0,001	0,029	*
f1	7.573,828	950,005	7,97	0,000	5.708,133	9.439,522	***
f2	20.199,378	1.350,102	14,96	0,000	17.547,941	22.850,816	***
Constante	19.582,042	637,194	30,73	0,000	18.330,669	20.833,414	***
Média da variável dependente		21.481,452		Desvio padrão da var. dependente		27.085,001	
R-quadrado		0,701		Número de observações		611	
Teste F		75,536		Prob > F		0,000	
Critério de Akaike (AIC)		13.476,054		Critério Bayesian (BIC)		13.493,714	
*** $p<01$. ** $p<05$. * $p<1$							

Fonte: Elaboração própria via STATA, 2026.

Nesta perspectiva, compreende-se que o acesso à mecanização e capitalização e o acesso a recursos produtivos, agregação de valor e organizações sociais ao setor familiar estão estritamente relacionados à produtividade e rentabilidade do segmento. A integração entre essas dimensões é necessária, tendo em vista que não basta somente produzir produtos agrícolas em volume e valor, mas também escoá-los em mercados competitivos e atrativos aos agricultores familiares. Além disso, frisa-se a eficácia do PNAE em produzir resultados e efeitos favoráveis aos seus públicos-alvo, em especial, aos agricultores familiares com indícios de aumento no faturamento bruto destes. Esses dados corroboram diretamente a perspectiva de fortalecimento e aprimoramento de programas públicos com resultados satisfatórios e que alcancem seus objetivos, como o PNAE, posição disseminada pela lente da avaliação de políticas públicas, prioritariamente, orientada a resultados e desempenho, defendida por autores seminais como Weiss (1997) e Rossi, Lipsey e Freeman (2019).

5. Conclusão

Com o exposto, conclui-se que as compras públicas da agricultura familiar pelo PNAE têm influência positiva e estatisticamente significativa, a um nível de 10%, no VBP dos estabelecimentos familiares agregados por município, porém seu efeito é limitado em comparação aos fatores estruturais da produção familiar. Apesar da variável independente de interesse exercer influência positiva e significativa no VBP familiar dos municípios mineiros, ressalta-se que com os resultados auferidos pelo presente estudo, não se pode afirmar com precisão que ambas as variáveis possuem uma relação causal.

A partir da investigação, rejeitam-se as hipóteses nulas do estudo, evidenciando que há um efeito positivo e significativo (a nível de 10%) das compras públicas da agricultura familiar pelo PNAE no valor bruto da produção

agropecuária familiar (VBP) do estado de Minas Gerais. Com isso, sugere-se que a política pública tem desempenhado esforços consideráveis para alcançar seu objetivo de longo prazo de promover o desenvolvimento econômico e sustentável das comunidades rurais. Todavia, com os achados, frisa-se para que haja o pleno alcance a esse objetivo, deve haver uma articulação da política com outros programas governamentais de acesso a crédito rural, assistência técnica e extensão rural (ATER), fortalecimento de agroindústrias, cooperativas e associações da agricultura familiar, entre outros incentivos.

Recomenda-se, em pesquisas futuras, a utilização de outras técnicas estatísticas mais robustas como estudos longitudinais, análises das heterogeneidades regionais e afins, bem como a definição de grupos de tratamento e de controle, para a investigação dessa proeminente relação de causa e efeito entre as variáveis.

Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte, auxílio e financiamento do Programa de Pós-graduação em Administração da Universidade Federal de Viçosa (PPGAdm-UFV) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Referências

- Abreu, C., Oliveira, A. L. A., & Roboredo, D. (2021). A agricultura familiar no estado de Mato Grosso: Um olhar a partir do Censo Agropecuário 2017. *Revista de Ciências Agroambientais*, 19(2), 81-92.
- Almeida, P. N. A., & Das Neves, C. M. (2023). Importância da agricultura familiar na agropecuária baiana: Uma análise de regressão múltipla multivariada. *Revista de Gestão e Secretariado*, 14(3), 2912-2937.
- Bezerra, F. A. (2007). Análise Fatorial. In L. J. Corrar, E. Paulo, & J. M. Dias Filho (Eds.), *Análise multivariada para os cursos de administração, ciências contábeis e economia* (pp. 73-130). Atlas.
- Blanco Aguirre, C. F., & Raurich, X. (2022). Agricultural composition and labor productivity. *Journal of Development Economics*, 158(102934), 1-17.
- Brasil. (2017). Decreto n.º 9.064, de 31 de maio de 2017. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9064.htm
- Brasil. (2009). Lei n.º 11.947, de 16 de junho de 2009. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11947.htm
- Brasil. (2025). Lei n.º 15.226, de 30 de setembro de 2025. Altera a Lei n.º 11.947, de 16 de junho de 2009. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2025/lei/L15226.htm
- Brasil. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. (2024). *Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)*. Governo Federal. <https://www.gov.br/fnde/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/pnae>
- Brasil. Ministério da Agricultura e Pecuária. (2025). *Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP)*. MAPA. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/valor-bruto-da-producao-agropecuaria-vbp>
- Caunedo, J., & Kala, N. (2020). *Mechanizing agriculture: Impacts on labor and productivity* (Working Paper). Cornell University; MIT.
- Cunha, J. V. A., & Coelho, A. C. (2007). Regressão Linear Múltipla. In L. J. Corrar, E. Paulo, & J. M. Dias Filho (Eds.), *Análise multivariada para os cursos de administração, ciências contábeis e economia* (pp. 131-231). Atlas.
- Daniels, L., & Minot, N. (2018). *An introduction to statistics and data analysis using Stata: From research design to final report*. SAGE Publications.
- Derlien, H.-U. (2001). Una comparación internacional en la evaluación de las políticas públicas. *Revista do Serviço Público*, 52(1), 105-124.
- Diao, X., Hazell, P., Reardon, T., & Thurlow, J. (2023). The future of small farms: Innovations for inclusive transformation. In J. von Braun, K. Afsana, L. O. Fresco, & M. H. A. Hassan (Eds.), *Science and innovations for food systems transformation* (pp. 191-205). Springer.
- Dutra, I. J. B., Martins, M. C., & Parré, J. L. (2021). A produção da agricultura familiar e os efeitos dos programas de incentivo. *Revista de Política Agrícola*, 30(3), 94-106.
- Faria, C. A. P. (2005). A política da avaliação de políticas públicas. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 20, 97-110.

- Fávero, L. P., & Belfiore, P. (2017). *Manual de análise de dados: Estatística e modelagem multivariada com Excel®, SPSS® e Stata®*. Elsevier.
- Felema, J., & Spolador, H. F. S. (2022). Características regionais da produtividade e da mecanização da agropecuária brasileira. *Revista de Política Agrícola*, 31(3), 37-51.
- Ferreira Júnior, S., Baptista, A. J., & Lima, J. E. (2004). A modernização agropecuária nas microrregiões do Estado de Minas Gerais. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 42(1), 73-89.
- Gomes, M. C., Moreira, I. T., Silva, F. F., & Sousa, E. P. (2025). Impacto do programa nacional de alimentação escolar na renda dos agricultores familiares beneficiários do programa bolsa família. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 63, e286558.
- Grisa, C., & Schneider, S. (2014). Três gerações de políticas públicas para a agricultura familiar e formas de interação entre sociedade e estado no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 52(1), 125-146.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2011). *Econometria Básica* (5th ed.). Editora AMGH.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados* (6th ed.). Bookman.
- Insp. (2025). Valor Bruto da Produção (VBP). *Glossário*. <https://agro.insper.edu.br/glossario/valor-bruto-da-producao-vbp>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). *Censo Agropecuário 2017*. <https://censoagro2017.ibge.gov.br/>
- Ipolito, A. L. M., Vieira, M. A., Silva, E. A., & Ferreira, M. D. P. (2025). Análise dos impactos do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) sobre a Agricultura Familiar no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 63, e289972.
- Jannuzzi, P. M. (2016). *Monitoramento e avaliação de programas sociais: Uma introdução aos conceitos e técnicas*. Editora Alínea.
- Jannuzzi, P. M. (2020). Avaliação de Programas Sociais em uma perspectiva sistêmica, plural e progressista: Conceitos, tipologias e etapas. *Revista Aval*, 4(18), 38-61.
- Li, J. (2023). Multiple regression analysis of factors influencing grain yield. *Computing, Performance and Communication Systems*, 7(1), 45-55.
- Matos, D. A. S., & Rodrigues, E. C. (2019). *Análise fatorial*. Escola Nacional de Administração Pública (Enap).
- Montoya, M. A., & Finamore, E. B. (2020). Os recursos hídricos no agronegócio brasileiro: Uma análise insumo-produto do uso, consumo, eficiência e intensidade. *Revista Brasileira de Economia*, 74(4), 441-464.
- Moreira, D. A. (1991). *Medidas da produtividade na empresa moderna*. Pioneira.
- Ngugi, A. N., Maitho, T., & Kyalo, D. N. (2025). The role of agricultural inputs in strengthening household food security: A case of Murang'a County, Kenya. *International Journal of Professional Business Review*, 10(3), e05344.
- Nunes, E. M., Schneider, S., Marin, R., & Fialho, M. A. V. (2018). O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) como política de inclusão na agricultura familiar do Nordeste do Brasil. *Grifos*, 27(45), 114-139.
- Oliveira, J. O. A. P., Chaves, L. H. G., Queiroz, J. E., & Luna, J. G. (2001). Influência de sistemas de preparo do solo na produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25(2), 443-450.
- Ramos, E. B. T., & Vieira Filho, J. E. R. (2023). Desenvolvimento regional da agricultura familiar: Cooperativismo e associativismo. *Revista Brasileira de Economia*, 77, e052023.
- Ramos, M. P., & Schabbach, L. M. (2012). O estado da arte da avaliação de políticas públicas: Conceituação e exemplos de avaliação no Brasil. *Revista de Administração Pública*, 46(5), 1271-1294.
- Raufu, M., Ajayi, A. O., Owolabi, J. O., & Oluwatayo, I. B. (2024). Multivariate regression analysis of inorganic fertilizers use intensity among small scale cereal crop farmers in Ogbomoso ADP Zone of Oyo State, Nigeria. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 8(9), 188-196.
- Reyna, E. F., Braga, M. J., & Morais, G. A. S. (2020). Impactos do uso de agrotóxicos sobre a eficiência técnica na agricultura brasileira. In J. E. R. Vieira Filho & J. G. Gasques (Eds.), *Uma jornada pelos contrastes do Brasil: Cem anos do Censo Agropecuário* (pp. 173-189). IPEA.
- Rossi, P. H., Lipsey, M. W., & Freeman, H. E. (2019). *Evaluation: A systematic approach* (8th ed.). SAGE Publications.
- Schneider, S. (2016). A presença e as potencialidades da agricultura familiar na América Latina e no Caribe. *Redes: Revista do Desenvolvimento Regional*, 21(3), 11-43.



ARTIGO

- Serapioni, M. (2016). Conceitos e métodos para a avaliação de programas sociais e políticas públicas. *Sociologia: Revista da Faculdade de Letras da Universidade do Porto*, 31, 59-80.
- Silva, R. A. P. (2025). *Determinantes da produção agrícola familiar no Brasil: Uma análise de machine learning* [Dissertação de mestrado, Universidade Católica de Brasília].
- Simonino, C. T., Santos, L. F., & Cezar, L. C. (2024). Aquisições da agricultura familiar via Programa Nacional de Alimentação Escolar: Avaliação dos efeitos econômicos para os municípios mineiros. *Interações (Campo Grande)*, 25(2), e2523809.
- Simonino, C. T., Santos, L. F., & Valadares, J. L. (2021). Programa Nacional de Alimentação Escolar e agricultura familiar: Panorama da pesquisa stricto sensu e classificação no ciclo de políticas públicas. In *Anais do VIII Encontro Brasileiro de Administração Pública*. Sociedade Brasileira de Administração Pública.
- Souza-Esquerdo, V. F., & Bergamasco, S. M. P. P. (2014). 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*, 52, 205-222.
- Strassburg, U., Oliveira, N. M., Pinela, A. P., & Piacenti, C. A. (2014). Notas sobre a função de produção agropecuária agregada do Paraná. *Revista de Política Agrícola*, 23(3), 18-28.
- Weiss, C. H. (1997). *Evaluation: Methods for studying programs and policies* (2nd ed.). Prentice Hall.