

# Análise dos impactos do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) sobre a Agricultura Familiar no Brasil

## *Analysis of the impacts of the National School Feeding Program (PNAE) on Family Farming in Brazil*

Antonia Leudiane Mariano Ipolito<sup>1</sup> , Edward Martins Costa<sup>1</sup> , Daniel Barboza Guimarães<sup>1</sup> ,  
Guilherme Diniz Irffi<sup>2</sup> , Ahmad Saeed Khan<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Economia Rural (PPGER), Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza (CE), Brasil. E-mails: leudianemipolito@gmail.com; edwardcosta@ufc.br; barbozadan@hotmail.com; saeed@ufc.br

<sup>2</sup>Programa de Pós Graduação em Economia (CAEN), Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza (CE), Brasil. E-mail: irffi@caen.ufc.br

**Como citar:** Ipolito, A. L. M., Costa, E. M., Guimarães, D. B., Irffi, G. D., & Khan, A. S. (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. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2025.289972>.

**Resumo:** Políticas públicas voltadas ao incentivo da agricultura familiar têm crescido bastante. Um dos fatores que representa esse avanço foi a reformulação do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) que, por meio da Lei 11.947 de 2009, determinou que 30% dos recursos destinados à compra de alimentos escolares repassados pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) ao PNAE devem ser utilizados na compra de alimentos oriundos da agricultura familiar. Desse modo, o PNAE passa a ter, dentre seus objetivos, o incentivo à agricultura familiar. Em razão da importância do programa, o presente estudo analisa o impacto do PNAE sobre a receita dos estabelecimentos de agricultura familiar e verifica os efeitos heterogêneos entre as regiões brasileiras (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste). Para tanto, foi utilizada a abordagem do desenho de regressão descontínua (RDD), a partir de dados do FNDE e do Censo Agropecuário do ano de 2017. Os resultados para o Brasil evidenciam um impacto positivo na receita dos estabelecimentos de agricultura familiar. A análise para as regiões, entretanto, aponta que ainda existem fragilidades a serem tratadas com vistas à ampliação dos efeitos advindos do PNAE.

**Palavras-chave:** PNAE, impacto, receita da agricultura familiar, RDD.

**Abstract:** Public policies aimed at encouraging family farming have grown significantly. One of the factors that represents this progress was the reformulation of the National School Feeding Program (PNAE), which, through Law 11,947 of 2009, determined that 30% of the resources allocated to the purchase of school meals transferred by the National Fund for the Development of Education (FNDE) to the PNAE must be used to purchase food from family farming. Thus, the PNAE now has among its objectives the encouragement of family farming. Due to the importance of the program, this study analyzes the impact of the PNAE on the revenue of family farming establishments and verifies the heterogeneous effects among the Brazilian regions (North, Northeast, Southeast, South and Central-West). To this end, the regression discontinuous design (RDD) approach was used, based on data from the FNDE and the 2017 Agricultural Census. The results for Brazil show a positive impact on the revenue of family farming establishments. The analysis for the regions, however, indicates that there are still weaknesses to be addressed with a view to expanding the effects arising from the PNAE.

**Keywords:** PNAE, impacts, family farm income, RDD.

## 1. Introdução

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) é uma evolução de políticas iniciadas na década de 1950. Inicialmente conhecido como Programa de Alimentação Escolar, em sua formalização, em março de 1955, foi denominado Campanha de Merenda Escolar (CME), recebendo com o passar do tempo outras nomenclaturas, como Campanha Nacional de



Merenda Escolar (CNME) e Campanha Nacional de Alimentação Escolar (CNAE). Fez parte do II Programa Nacional de Alimentação e Nutrição (Pronan) e, somente em 1979, passou a ser denominado Programa Nacional de Alimentação Escolar.

A fundamentação do PNAE foi inspirada em um programa desenvolvido nos Estados Unidos em 1946, o *National School Lunch Program* (NSLP). Assim, tal política tornou-se a primeira iniciativa nacional de direito à alimentação escolar para estudantes de escolas públicas, tendo como objetivo reduzir a desnutrição escolar e melhorar os hábitos alimentares (Cunha et al., 2017; Brasil, 2017b).

Ao longo dos anos, a lei transitou por várias mudanças. Em 2009, abrangeu novos mecanismos, relativos a transferência de renda e compra garantida da agricultura familiar (Brasil, 2017b). A Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009, estabeleceu que, no mínimo, 30% dos recursos destinados pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) ao PNAE devem ser utilizados na compra de gêneros alimentícios oriundos da agricultura familiar. Desta forma, o programa integra fatores relacionados a produção, acesso e consumo, com o objetivo de, conjuntamente, oferecer alimentação saudável aos alunos das escolas públicas de educação básica do Brasil, além de estimular a agricultura familiar nacional, caracterizando-se como um programa de renda via compra garantida (Brasil, 2015, 2017a). O PNAE, além de propiciar uma alimentação adequada e saudável aos estudantes, ficou sendo um meio de fortalecimento e garantia de renda aos agricultores familiares, beneficiando-os por meio da compra garantida, evidenciando uma articulação entre as políticas de educação e de agricultura (Valadares et al., 2022).

Em complemento aos objetivos nutricionais e à melhoria da qualidade dos indicadores educacionais, com a reestruturação da lei em 2009, o programa veio estimular a agricultura familiar, beneficiando este grupo de agricultores e suas organizações coletivas (Brasil, 2017a). De tal modo, o PNAE, além de propiciar uma alimentação adequada e saudável aos estudantes, também, agora, constitui um meio de fortalecimento e garantia de renda aos agricultores familiares, beneficiando-os por meio da compra garantida, evidenciando uma articulação entre as políticas de educação e de agricultura (Valadares et al., 2022).

O programa possibilitou a participação daqueles agricultores na comercialização direta de seus produtos, por meio de processos licitatórios e chamadas públicas. Consequentemente, isso influencia na interação da oferta (incentivando a produção agrícola) em relação à demanda (consumo desses produtos nas escolas) de produtos advindos da agricultura familiar (Fernandes & Kessler, 2019). Essa reformulação objetivou o respeito à cultura e às tradições, concedeu apoio ao desenvolvimento sustentável e à produção local via agricultura familiar (FNDE, 2017).

Com amparo no exposto, vê-se que os recursos do PNAE promovem a movimentação econômica nos locais de produção, incorrendo fortemente sobre o emprego e a remuneração do trabalho. A eliminação de intermediários gera incentivos à atividade agrícola local, circulação de recursos nos municípios, diversificação da produção e o surgimento de pequenas cooperativas agroindustriais (Elias et al., 2019). Nesse sentido, o Programa é relevante, passível de ser considerado um marco nas políticas públicas, pela sua extensa e contínua história, em razão da cobertura do público atendido, pelo aperfeiçoamento e avanços, e, especialmente, em decorrência das áreas de interações e intersectorialidade de seus objetivos (Grisa & Schneider, 2014).

Portanto, diante da alteração da lei do PNAE, em 2009, que buscou incentivar a produção da agricultura familiar e, consequentemente, a receita destes estabelecimentos agrícolas, este trabalho tem por objetivo avaliar se este programa causa impacto na receita dos estabelecimentos de agricultura familiar no Brasil. Além disso, pretende-se testar se há efeitos heterogêneos entre as regiões brasileiras (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste).

Para alcançar esses objetivos, utiliza-se o método de regressão descontínua (RDD) para estimar os efeitos causais do PNAE (Lei nº 11.947/2009) sobre a receita dos estabelecimentos de agricultura familiar brasileira. O mecanismo aqui é o de transmissão via renda, por meio da compra garantida dos produtos agrícolas para a merenda escolar, esperando-se, então, que esses produtores tenham uma renda mínima assegurada.

Além desta introdução, o presente trabalho possui mais quatro seções. A revisão de literatura, que consiste na explanação sobre a produção da agricultura familiar, bem como a história das políticas de agricultura familiar, mais especificamente, sobre o PNAE, seguido de uma breve discussão dos estudos já realizados. Em seguida, a metodologia apresenta informações relativas à base de dados e ao método utilizado. A análise e discussão dos resultados, seção quatro, perfazem o cumprimento do objetivo proposto pelo estudo. Por fim, são apresentadas as considerações finais.

## 2. Fundamentação Teórica

### 2.1. Políticas públicas para a agricultura familiar no Brasil e a Lei nº 1.947/2009 - Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)

No Brasil, a agricultura familiar passou por diversas fases, sendo por um longo período deixada à margem das atividades governamentais. Somente na década de 1990, após movimentos que reivindicaram maior atenção, dada a importância do setor, começaram a surgir políticas voltadas ao pequeno produtor (Altafin, 2007). Assim, a demarcação da agricultura familiar ocorreu por meio do processo dito como focalização da política pública (*Targeted Public Policy*), onde o Estado identifica a carência de separar os focos de intervenção, que eram vistos como singular realidade (Cunha et al., 2017).

Dessa forma, o PRONAF foi pioneiro no âmbito das políticas públicas para o meio rural brasileiro, representando um acontecimento marcante. O advento desse programa retratou o reconhecimento e a legitimação do Estado em relação à categoria dos agricultores familiares que, até então, estava esquecida (Guanziroli, 2007; Cruz et al., 2020). Esse foi um período de grandes conquistas institucionais, entre elas a criação do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) em 1999 (Cunha et al., 2017). Ademais, no governo Lula (2003-2010), foram observados a continuidade e o crescimento de ações que tencionavam fomentar o desenvolvimento rural e a agricultura familiar, logo, recebendo destaque o PAA e as mudanças no PNAE (Grisa & Flexor, 2014).

Como consequência da expansão dessas políticas públicas e a carência de reconhecimento da agricultura familiar, ficou evidente a exigência de uma definição normativa da categoria. Assim, em 2006, o Governo Federal promulgou a Lei nº. 11.326 (Lei da Agricultura Familiar) que estabeleceu as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais (Grisa & Flexor, 2014; Cunha et al., 2017).

De modo geral, pode-se dizer que as políticas públicas para a agricultura familiar passaram por três gerações. Grisa & Schneider (2014) tratam dessa trajetória, caracterizando a primeira pela ascensão do viés agrícola e agrário da categoria social, tendo foco na produtividade. A segunda foi direcionada às políticas sociais e assistenciais, com atenção para o campo e a cidade. Deste modo, além do enfoque na produção, atenta-se para a necessidade de combater a miséria e reduzir a desigualdade social no campo. A terceira é dirigida à construção de mercados orientados para a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental.

Atualmente, as três gerações estabelecem relações e encontram-se no meio público, sendo importante evidenciar que a reestruturação do PNAE, pela Lei nº 1.947/2009, é caracterizada por efeitos advindos da terceira geração, ou seja, agricultores sendo organizados para fornecer produtos saudáveis para órgãos públicos (Grisa & Schneider, 2014).

## **2.2. Estudos sobre a Lei nº 1.947/2009 - Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)**

Gomes et al. (2021) analisaram os possíveis impactos do atendimento das metas previstas no PNAE na educação da região Nordeste do Brasil. Para isso, a partir de uma amostra de escolas públicas dessa região, os autores realizaram estimativas utilizando o Propensity Score Matching (PSM), sendo observado que, nos municípios onde a lei foi cumprida, ou seja, foi realizada a compra de no mínimo 30% de produtos da agricultura familiar, os alunos obtiveram maior taxa de aprovação no ensino fundamental, menor abandono escolar, menor distorção escolar e maior nota no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb).

Ao realizar um estudo transversal para caracterizar os municípios brasileiros quanto à compra de alimentos da agricultura familiar pelo PNAE, Machado et al. (2018) observaram que a região Centro-Oeste apresentou a menor frequência de municípios realizando a compra, enquanto a maior foi observada na região Sul. Ademais, observaram que, apesar da ampla execução do programa em todo o País, 50% dos municípios não investiram o mínimo exigido em lei, evidenciando a indispensabilidade de ações educativas e assistência direcionada ao cumprimento da legislação.

Elias et al. (2019), por meio de um levantamento qualitativo, feito a partir de entrevistas, e uma análise quantitativa, tendo como instrumento para análise de impacto a matriz insumo-produto, verificaram os impactos socioeconômicos do PNAE na agricultura familiar nos municípios de Santa Catarina. Os resultados evidenciaram que políticas de comercialização, como o PNAE, promovem o desenvolvimento rural, contanto que, constantemente, sejam reestruturadas para contemplar a heterogeneidade e a pulverização da agricultura familiar no território.

Ademais, mediante uma abordagem qualiquantitativa, com predominância qualitativa, Cunha et al. (2017) demandaram entender os efeitos dos programas governamentais de aquisição de alimentos (PAA e PNAE) na atividade socioeconômica da agricultura familiar no município de Espera Feliz, em Minas Gerais. Como resultado, diagnosticaram muitos efeitos dos programas aos seus beneficiários, destacando-se, efeitos econômico, social, ambiental e de segurança alimentar, evidenciando os efeitos positivos, os quais proporcionaram uma nova dinâmica social e econômica aos agricultores familiares que participaram do programa.

Lourenzani & Cardoso (2019) corroboram os resultados de Cunha et al. (2017), em termos socioeconômicos, a partir da análise do PNAE (Lei nº 11.947/2009) na agricultura familiar no município de Tupã, em São Paulo, uma vez que observaram efeitos positivos para o setor no tocante à adoção de tecnologia e investimentos em infraestrutura, diversificação e volume produzido.

O estudo de Gomes et al. (2025) analisou o impacto do PNAE na renda dos agricultores familiares beneficiários do Programa Bolsa Família em 2018. Para isso, foram utilizados os métodos quase-experimentais de *Propensity Score Matching* (PSM) e regressão quantílica. Os resultados mostraram que o PNAE teve um impacto positivo na renda desses agricultores, com um aumento médio de 0,1%. Considerando, no entanto, a heterogeneidade na distribuição de renda, esse efeito foi mais significativo para agricultores com condições socioeconômicas médias (quartis 50 e 75), enquanto para os mais pobres (quartil 10), o programa teve um efeito

negativo, possivelmente em decorrência de custos adicionais de produção e dificuldades de acesso a recursos. Para os autores, esses achados destacam a importância de considerar a heterogeneidade das condições locais e socioeconômicas na implementação do PNAE.

Rodrigues et al. (2024) verificaram como as capacidades estatais municipais influenciam o percentual de compras da agricultura familiar no PNAE. Utilizando testes t, Qui-quadrado e regressão quantílica, o estudo mostrou que municípios com maior capacidade técnica e administrativa (servidores estáveis, conselhos municipais ativos e gestores qualificados) tiveram maior sucesso em cumprir a meta de 30% de compras da agricultura familiar. Além disso, a presença de Declarações de Aptidão ao Pronaf (DAPs) e a organização dos agricultores em cooperativas foram fatores positivos para o sucesso do programa. No entanto, municípios mais pobres e com menor capacidade estatal, especialmente nas regiões Norte e Centro-Oeste, enfrentaram dificuldades em cumprir a meta. Esses resultados reforçam a importância de fortalecer as capacidades estatais locais para a efetiva implementação do PNAE.

Em geral, ainda são poucos os estudos que analisam o efeito do PNAE sobre a produção, e, conseqüentemente, em relação à receita da agricultura familiar. Também, a literatura da área, em sua maioria, procede a análises restritas a locais específicos e faz uso de métodos qualitativos. De tal modo, este estudo se propõe estimar o impacto da Lei nº 1.947/2009 sobre a receita da agricultura familiar no Brasil por meio da metodologia de regressão descontínua (RDD).

### 3. Metodologia

#### 3.1. Base de dados e variáveis

Para avaliar o impacto do PNAE (Lei nº 11.947/2009) sobre a receita obtida nos estabelecimentos de agricultura familiar no Brasil, construiu-se uma amostra com informações obtidas a partir da junção das bases de dados do FNDE (Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, 2017) e do Censo Agropecuário (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017) divulgado em 2019. Utilizaram-se dados transversais para o ano de 2017, ano de informação censitária mais atual sobre os estabelecimentos e as atividades do setor rural brasileiro. No momento do preparo da base de dados, as variáveis foram coletadas especificamente para os estabelecimentos de agricultura familiar.

Foram excluídos da base os dados referentes às capitais brasileiras, com o intuito de retirar os municípios que não possuem área rural. Também foram excluídos os municípios com dados faltantes e com valores do percentual empregado na aquisição de alimentos da agricultura familiar acima de 100%, pois segundo a Divisão de Desenvolvimento da Agricultura Familiar do PNAE<sup>1</sup>, os valores acima de 100% são referentes aos recursos reprogramados do ano anterior, o que evidencia a necessidade de descartar essas observações da amostra, dado que a análise realizada é para o ano civil de 2017. Assim, a amostra contemplou 5.368 municípios, nos quais: 429 são da região Norte, 1.760 da região Nordeste, 1.596 da região Sudeste, 1.133 da região Sul e 450 da região Centro-Oeste.

A escolha das variáveis da equação de participação no PNAE se deu pelo desenho da lei, a qual determina que, dos recursos financeiros repassados pelo FNDE no âmbito do PNAE, no mínimo, 30% deverão ser utilizados na aquisição de gêneros alimentícios diretamente da agricultura familiar, configurando assim dois grupos: o de tratado (cumprir a lei, comprando no mínimo 30%) e o de controle (não cumprir a lei). Sendo assim, tem-se como variável de

<sup>1</sup> Informação recebida por e-mail, Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo do Ministério da Agricultura, pnae.saf@agricultura.gov.br e didaf@fnde.gov.br.

descontinuidade o valor percentual adquirido da agricultura familiar, para cada um dos municípios, dada a transferência de recursos pelo FNDE.

A variável de resultado (receita dos produtores) foi retirada do Censo Agropecuário e corresponde ao montante gerado pelas atividades agropecuárias mais comuns entre os agricultores familiares, conforme retratado por Feitosa (2011), a saber: pecuária, lavoura temporária<sup>2</sup> e horticultura. Logo, foram coletadas as receitas destas atividades, bem como criou-se uma variável denominada receita total, que corresponde à soma das receitas obtidas pelos estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar nestas três principais atividades.

De acordo com Cattaneo et al. (2021), no RDD, além da variável que expressa o recebimento do tratamento, neste caso o cumprimento da Lei nº 11.947/2009, é comum a presença de um vetor de variáveis explicativas que são correlacionadas com a variável de interesse, as chamadas covariadas, as quais tornam-se necessárias em alguns casos<sup>3</sup>. Nos últimos anos, essa alternativa em desenhos de RDD tem sido utilizada de diferentes maneiras e para diferentes fins.

O uso de covariadas no modelo permite testar falsificação e/ou validação. Na abordagem de “aleatorização” local, elas são utilizadas para selecionar a janela em torno do corte onde as unidades tratadas e de controle são semelhantes, assumindo que a suposição de aleatoriedade do tratamento se mantém. Para Cattaneo et al. (2021), a utilização de covariadas no RDD é passível de ter outros fins além de testes de falsificação, ou seja, a inclusão destas variáveis explicativas adicionais é capaz de visar ganhos de eficiência ou a realização de uma análise da heterogeneidade do efeito de tratamento.

Para analisar o ganho de eficiência e a análise da heterogeneidade, neste estudo são considerados, além das variáveis de descontinuidade e resultado, outros fatores relacionados à participação no programa, bem como à heterogeneidade e à receita dos estabelecimentos agropecuários, quais sejam: a área dos estabelecimentos, o número de pessoas ocupadas em estabelecimentos, o número de estabelecimentos com agricultores que nunca frequentaram a escola, se recebe orientação técnica, se o produtor está associado à cooperativa e/ou à entidade de classe, a idade, o número de estabelecimentos com prática agrícola e o número de estabelecimentos que recebem crédito como incentivo. No Quadro 1, estão as variáveis e suas descrições.

**Quadro 1** - Informações gerais sobre as variáveis utilizadas.

Variável	Descrição
<b>Variável de descontinuidade</b>	
FNDE	Valor percentual adquirido da agricultura familiar nos municípios, dada a transferência de recursos do FNDE para cada município.
<b>Variáveis de resultado</b>	
Receita total	Soma das receitas ou rendas da lavoura temporária, da pecuária e da horticultura obtidas pelos estabelecimentos de agricultura familiar por município (mil reais).
Receita lavoura temporária	Receitas ou rendas obtidas da lavoura temporária pelos estabelecimentos de agricultura familiar por município (mil reais).
Receita pecuária	Receitas ou rendas obtidas da pecuária pelos estabelecimentos de agricultura familiar por município (mil reais).
Receita horticultura	Receitas ou rendas obtidas da horticultura pelos estabelecimentos de agricultura familiar por município (mil reais).

<sup>2</sup> Geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, diz respeito a culturas de curta ou média duração.

<sup>3</sup> Em muitos estudos observacionais, o objetivo principal do ajustamento por esse meio é a identificação dos efeitos causais.

Quadro 1 - Continuação...

Variável	Descrição
<b>Variáveis de controle</b>	
Área	Área dos estabelecimentos de agricultura familiar por município (hectares).
Ocupação	Pessoal ocupado em estabelecimentos de agricultura familiar por município (pessoas).
Escolaridade	Número de estabelecimentos de agricultura familiar (unidades) com agricultores que nunca frequentaram a escola por município.
Orientação técnica	Número de estabelecimentos de agricultura familiar (unidades) que recebem orientação técnica por município.
Associado	Número de estabelecimentos de agricultura familiar (unidades) por município que estão associados à cooperativa e/ou à entidade de classe.
Idade	Número de estabelecimentos de agricultura familiar (unidades) por município em que a classe de idade do produtor está entre 25 e 75 anos de idade.
Prática agrícola <sup>4</sup>	Número de estabelecimentos de agricultura familiar (unidades) com atividade agrícola de conservação do solo por município.
Crédito rural	Número de estabelecimentos de agricultura familiar (unidades) por município em que recebem programas (federal, estadual ou municipal) como incentivo.

**Fonte:** Elaborado com base nos dados do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (2017) e do Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017).

### 3.2. Regressão Descontínua

Thistlethwaite & Campbell (1960) analisaram o impacto do certificado de mérito sobre o desempenho acadêmico dos estudantes por meio da estratégia de RDD, sendo pioneiros no uso deste método. Segundo Khandker et al. (2009), descontinuidades na implementação de programas, com base em critérios de elegibilidade ou outros fatores exógenos, são passíveis de ser muito úteis na avaliação não experimental dos programas. Observações acima e abaixo do limiar, supondo que sejam semelhantes nas características observadas, podem ser distinguidas em termos de resultados. Entretanto, para assegurar a comparabilidade, as amostras devem estar suficientemente próximas do ponto de corte de elegibilidade, pois a heterogeneidade não observada pode ser um fator se as observações dentro do intervalo de segmentação elegível denotam variação no aceite real do programa, levando a viés de seleção. Nesse caso, amostras elegíveis e não elegíveis próximas ao corte de elegibilidade seriam tomadas para comparar o efeito médio do programa.

Na regressão descontínua, o recebimento do tratamento, denominado pela variável binária  $T$ , é uma função de  $X_i$ , em que  $X_i$  é o valor que determina a atribuição do tratamento para cada unidade da amostra. A descontinuidade apresentada no modelo pode ser *fuzzy* ou *sharp*. No caso *sharp*, a participação é uma função determinística de  $X_i$ , isto é,  $T = 1$  se  $X_i \geq \bar{x}$ , e  $T = 0$  se  $X_i < \bar{x}$ , em que  $\bar{x}$  é o ponto de corte (*cutoff*). No caso *fuzzy*, ocorre um salto na probabilidade de participação no ponto em que  $X_i$  é igual a  $\bar{x}$ , mas não necessariamente de 0 para 1, como no caso *sharp*. Em ambos os casos, ter a descontinuidade na probabilidade de participação em  $X_i$  igual a  $\bar{x}$  não é suficiente para identificar o efeito médio local do tratamento, ou seja, é necessário verificar as estimações e realizar os testes de robustez (Calonico et al., 2019).

<sup>4</sup> Está variável do Censo Agropecuário refere-se às práticas agrícolas para a conservação do solo, como plantio em nível, rotação de culturas, pousio ou descanso de solos, proteção e/ou conservação de encostas, recuperação de mata ciliar, reflorestamento para proteção de nascentes, estabilização de voçorocas, manejo florestal e outra.

Assim como descrito por Lee & Lemieux (2010), o tratamento neste estudo é denotado pela variável *dummy*  $D \in \{0,1\}$ , onde será  $D=1$  se  $X_i \geq \bar{x}$ , e  $D=0$  se  $X_i < \bar{x}$ . Onde  $\bar{x}$  representa o *cutoff* (30% como determinado na lei). Como o tratamento é definido de maneira determinística, ou seja, todos os municípios acima ou igual ao ponto de corte são do grupo de tratados e todos abaixo são do de controle, apresenta-se um desenho de regressão descontínua do tipo *sharp*, em que a probabilidade do tratamento aumenta de zero para um.

O parâmetro de interesse é o efeito médio do tratamento no corte:  $\tau = E[Y_i(1) - Y_i(0) | X = \bar{x}]$ , onde  $Y_i(0)$  e  $Y_i(1)$  denotam os resultados potenciais para cada unidade sob controle e tratamento, respectivamente. Desse modo, sobre a regressão descontínua *sharp* usando covariadas, Calonico et al. (2019) apontam que os dados observados são considerados uma amostra aleatória  $(Y_i, T_i, X_i, Z_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , em que  $Y_i$  é a variável de resultado,  $T_i$  representa o tratamento,  $X_i$  determina a atribuição do tratamento para cada unidade da amostra, por meio do limiar conhecido, e  $Z_i$  representa as variáveis explicativas. O estimador do efeito de tratamento linear local padrão ( $\tilde{\tau}$ ) é obtido executando a regressão de mínimos quadrados ponderados de  $y_i$  em uma constante,  $T_i$ ,  $X_i$ , e  $X_i T_i$  e, embora o estimador padrão seja popular em trabalhos empíricos, é comum aumentar a especificação com as covariadas adicionais  $Z_i$ .

Assim, o modelo empírico é representado pela Equação (1) abaixo, em que  $y_i$  é a variável de interesse do modelo, isto é, a receita total na primeira estimação, receita da lavoura temporária na segunda, receita da pecuária na terceira e a receita da horticultura dos estabelecimentos rurais na quarta;  $T_i$  o *status* do tratamento, que assume valor igual a 1, caso o município cumpra a lei, e 0, caso contrário;  $X_i$  é a pontuação contínua (o valor percentual) e indica se o município está acima ou abaixo do valor de corte (30%);  $Z_i$  indica o vetor de variáveis de ajuste do modelo; e  $\varepsilon_i$  é o termo de erro.

$$\tilde{\tau} : Y_i = \tilde{\alpha} + T_i \tilde{\tau} + X_i \tilde{\beta}_- + T_i X_i \tilde{\beta}_+ + Z_i \tilde{\gamma} + \varepsilon_i \quad (1)$$

O impacto estimado ( $\tilde{\tau}$ ) é a diferença entre os limites dessas regressões à esquerda e à direita do *cutoff*. Assim, caso o município tenha um valor maior ou igual ao ponto de corte ( $\bar{x}$ ), ele está no grupo de tratado; e caso tenha um valor menor do que o ponto de corte ( $\bar{x}$ ), ele está no grupo de controle.

Para Cattaneo et al. (2021), o principal objetivo do uso de variáveis explicativas nesse método de análise é a melhoria na eficiência e no poder de explicação do modelo, porém, o estimador de pontos em RDD não há de ser afetado. Assim, para verificação desse pressuposto, faz-se necessário reportar os resultados com os dados ajustados e não ajustados. Portanto, estimou-se o modelo com e sem covariadas para cada variável de resultado (receita total, receita da lavoura temporária, receita da pecuária e receita da horticultura dos estabelecimentos rurais).

Ademais, ao ser estimado o efeito médio do tratamento, realizou-se uma análise no nível de municípios, para o Brasil e suas regiões, empregando regressões locais lineares com pesos *kernel*/triangulares, estimador da matriz de variância-covariância *nn<sup>5</sup>*, polinômios de ordem 2 e 3 e para largura de banda ótima a escolha foi *mserd<sup>6</sup>*. Todas as estimativas e demais análises deste ensaio foram feitas no ambiente de programação R. Especificamente, para calcular o teste de manipulação proposto por Cattaneo et al. (2020) e as regressões descontínuas, são utilizados, respectivamente, os pacotes “*rddensity*” e “*rdrobust*”.

<sup>5</sup> Usado para estimador de variância do vizinho mais próximo robusto para heterocedasticidade com *nnmatch* o número (mínimo) de vizinhos a ser usado.

<sup>6</sup> Um seletor de largura de banda ideal MSE (*Mean Square Error*) de Calonico et al. (2019).

Quanto aos testes de robustez, realizou-se o teste de densidade, recomendado por McCrary (2008), com o intuito de desconsiderar a possibilidade de manipulação da variável de elegibilidade em torno do *cutoff*. Vale evidenciar que, no desenho da lei, os municípios compram ou não compram alimentos da agricultura familiar, não havendo nenhuma punição em caso de descumprimento, ou seja, este formato mostra que não há a necessidade de manipulação por parte dos municípios.

Destaca-se, ainda, que, além da análise gráfica de descontinuidade, realizou-se o teste de falsificação/placebo, como recomendado por Cattaneo et al. (2015), efetivando-se, também, os testes de sensibilidade, conforme Imbens & Lemieux (2008), para verificar a robustez da estratégia de identificação.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Análise descritiva dos dados

A Tabela 1 apresenta uma caracterização dos grupos de tratado e controle. Para os municípios que compõem o grupo de tratamento, a média do percentual de compras de alimentos da agricultura familiar é 0,46, enquanto nos municípios que fazem parte do grupo de controle, é 0,13. Com exceção das variáveis escolaridade e área dos estabelecimentos agropecuários, em todas as demais variáveis os municípios classificados no grupo de tratamento apresentaram médias superiores às dos municípios do grupo de controle.

Essas características são esperadas, uma vez que ter médias maiores no grupo de tratados, pode implicar no atendimento ao percentual mínimo estabelecido pela lei o que, conseqüentemente, pode proporcionar efeitos sobre a renda dos produtores. É válido destacar que a média da escolaridade foi maior para o grupo de controle, isso implica que o maior número de estabelecimentos de agricultura familiar com agricultores que nunca frequentaram a escola, faz parte do grupo daqueles que não cumprem a lei, este resultado em específico denota que os municípios em que os agricultores não frequentaram a escola pode dificultar transações que envolvam uma maior expertise com documentos e adesão a programas, como é o caso do PNAE.

**Tabela 1** – Estatística descritiva das variáveis.

	Tratado			Controle		
	Média	Desvio-Padrão	Observações	Média	Desvio-Padrão	Observações
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>Variável de descontinuidade</b>						
Percentual (%)	0,46	0,16	2.593	0,13	0,11	2.775
<b>Variáveis de resultado</b>						
Receita total Valor (R\$ mil)	17120	24125	2.593	8846	13625	2.775
Receita lavoura temporária Valor (R\$ mil)	5985	13848	2.593	2117	6361	2.775
Receita pecuária Valor (R\$ mil)	10032	16314	2.593	6051	10302	2.775
Receita horticultura Valor (R\$ mil)	1103	5240	2.593	677	3113	2.775

**Fonte:** Elaborada com base nos dados do FNDE e do Censo Agropecuário/IBGE, de 2017.

**Notas:** a descrição das variáveis é exposta Quadro 1, na seção 3.1.

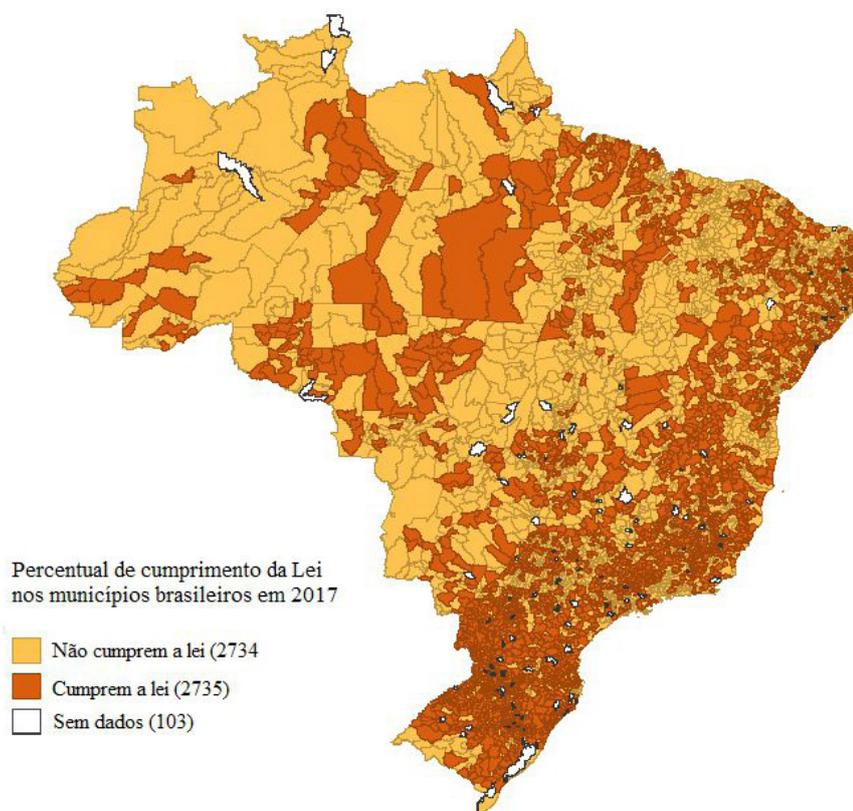
**Tabela 1 – Continuação...**

	Tratado			Controle		
	Média	Desvio-Padrão	Observações	Média	Desvio-Padrão	Observações
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>Variáveis de controle</b>						
Área (ha)	14228	21856	2.593	15174	22930	2.775
Ocupação (pessoas)	1859	2150	2.593	1832	2373	2.775
Escolaridade (un)	112	210,08	2.593	144	223,50	2.775
Orientação técnica (un)	174	221	2.593	85	129	2.775
Associado (un)	309,67	388,9	2.593	263,10	395,4	2.775
Idade (un)	659,33	701,6	2.593	618,66	728,8	2.775
Prática agrícola (un)	436,29	528,3	2.593	372,56	529,0	2.775
Crédito rural (un)	10	19	2.584	8	18	2.758

**Fonte:** Elaborada com base nos dados do FNDE e do Censo Agropecuário/IBGE, de 2017.

**Notas:** a descrição das variáveis é exposta Quadro 1, na seção 3.1.

A Figura 1 indica a distribuição espacial dos municípios que cumprem e os que não cumprem a Lei nº 11.947/2009. Nesse sentido, tem-se que a região Norte se destaca em descumprimento, já as regiões Sul e Sudeste exprimem as maiores quantidades de municípios que empregaram valor igual ou superior a 30% dos recursos, advindos do programa, na compra de itens de estabelecimentos de agricultura familiar.



**Figura 1 –** Distribuição espacial dos municípios em relação ao cumprimento e descumprimento da lei.

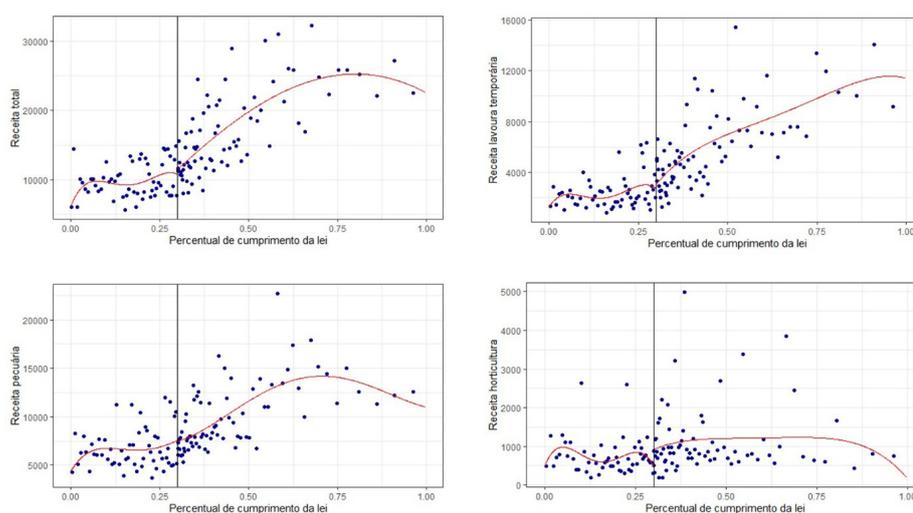
**Fonte:** Elaborada com base nos dados do FNDE e do Censo Agropecuário/IBGE, de 2017, no software GeoData.

A representatividade de municípios das regiões Sul e Sudeste no cumprimento da lei é possível estar relacionada com a escolaridade dos produtores rurais. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019), conforme a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua), estimaram a taxa de analfabetismo em 6,6% entre pessoas de 15 anos ou mais de idade no Brasil. Na análise para as regiões brasileiras, a região Nordeste, seguida da região Norte e Centro-Oeste, apontaram as maiores taxas de analfabetismo, 13,9%, 7,6% e 4,9%, respectivamente, ao passo que as regiões Sudeste e Sul indicaram a taxa de 3,3%. Assim, tal fato é, decerto, uma justificativa para maior facilidade em se adequar aos processos burocráticos exigidos na compra de alimentos.

#### 4.2. Desenho de regressão descontínua

De acordo com Calonico et al. (2015), o emprego do método de RDD deve ser precedido de uma análise gráfica, a fim de verificar as hipóteses de uma estrutura de regressão descontínua. Assim, deve-se observar em torno do ponto de corte se existem evidências de uma descontinuidade na média condicional de Y, a qual sugira a possibilidade de as estimativas indicarem efeitos significativos. Entretanto, esse é apenas o primeiro passo, uma vez que, após a análise da existência de descontinuidade, faz-se necessário seguir com as estimações e testes de robustez, para, assim, confirmar os efeitos daquilo que se examina.

Nesse sentido, foi realizada a análise gráfica. Na Figura 2, observa-se que dentre as variáveis de resultado: receita total, receita da lavoura temporária, receita da pecuária e receita da horticultura nos estabelecimentos de agricultura familiar. Somente para a receita da pecuária não se verificou a descontinuidade, nos testes realizados para o Brasil. Para as demais receitas, notou-se uma descontinuidade no ponto de corte (30%). Assim, tal resultado sugere que o PNAE (11.947/2009) tem efeitos sobre as receitas dos estabelecimentos agropecuários de agricultura familiar pertencentes aos municípios localizados em torno do limiar.



**Figura 2** - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE nas receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura - Brasil.

**Fonte:** Elaborada com base nos dados do FNDE e do Censo Agropecuário/IBGE, de 2017.

**Nota:** no eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%, como determinado na legislação) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto os que cumpriram a lei (grupo de tratamento). No tocante à largura ótima foi utilizada a opção `mserd`, que é um seletor de largura de banda ideal MSE de Calonico et al. (2019).

Quanto às regiões brasileiras<sup>7</sup>, a região Norte expressa descontinuidade no ponto de corte (30%) para as variáveis de resultado: receita total, receita da pecuária e receita da horticultura. Somente a receita da lavoura temporária expôs um comportamento diferente, evidenciando uma tendência de queda, porém, sem descontinuidade. Para as regiões Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste, é notória a descontinuidade no ponto de corte (30%) para todas as variáveis de resultado, indicando um salto nas observações localizadas antes e depois daquele ponto, sugerindo que o PNAE (11.947/2009) afeta as observações localizadas em torno do limiar, ou seja, possui efeito sobre a receita dos estabelecimentos agropecuários de agricultura familiar nessas regiões.

### 4.3. Estimações para o Brasil

Examinando mais especificamente os resultados da análise gráfica, e seguindo o que foi exposto na metodologia, foram realizadas estimativas do desenho de regressão descontínua com e sem covariadas, excetuando-se para as receitas oriundas da pecuária, pois, não foi verificada descontinuidade para esta variável. Evidencia-se que foi realizada a escolha da banda ótima para estimação dos dados para o Brasil. O teste de densidade está exposto na subseção dos testes de robustez.

Na Tabela 2, observam-se os resultados para as estimativas sem covariadas, onde, dentre as variáveis de resultado, verificou-se que as estimativas para RDD indicaram significância apenas para a receita da lavoura temporária. Assim, conclui-se que há evidências de que o PNAE afeta a receita da lavoura temporária nos estabelecimentos de agricultura familiar dos municípios que cumprem a lei, inferindo-se que a alteração da lei 11.947/2009 resultou no efeito positivo de R\$ 2.706.287,00 na receita desses estabelecimentos.

As estimativas com covariadas também expressa efeito positivo para a receita da lavoura temporária. Assim, diz-se que existe um incremento de R\$ 2.762.141,00, decorrente do PNAE sobre a receita da lavoura temporária dos estabelecimentos de agricultura familiar nos municípios brasileiros que cumprem a lei. Destaca-se que foi realizado o teste de balanceamento, exposto na seção dos testes, onde verifica-se que os resultados aqui mencionados são válidos, porém a inclusão de variáveis no modelo proporciona maior robustez.

**Tabela 2** – Estimação do efeito do PNAE sobre a receita dos estabelecimentos agropecuários em 2017 para o Brasil.

Método	Estimação sem covariadas		
	Receita total	Receita lavoura temporária	Receita horticultura
Convencional	60,59 (2048,505)	2337,858* (1166,742)	252,946 (230,127)
Viés corrigido	261,834 (2048,505)	2706,287* (1166,742)	290,665 (230,127)
Robusto	261,834 (2348,153)	2706,287* (1292,147)	290,665 (249,109)

**Fonte:** Elaborada com base nos dados do FNDE e do Censo Agropecuário/IBGE, de 2017.

**Notas:** Os resultados estatísticos foram estimados utilizando três especificações: (1) Regressão Linear Local; (2) Polinômio de ordem 2; (3) Polinômio de ordem 3. Todas as especificações usam Kernel *Triangular*. Para a largura ótima foi utilizada a opção *mserd*, sendo este um seletor de largura de banda ideal MSE de Calonico et al. (2019). Erros padrão robustos entre parênteses; e, (4) \* p-valor < 0,05.

<sup>7</sup> Haja vista a limitação de espaço no texto, não foi possível inserir os gráficos; entretanto, os autores se disponibilizam a enviar por e-mail, caso seja solicitado.

Tabela 2 – Continuação...

Estimação com covariadas			
Método	Receita total	Receita lavoura temporária	Receita horticultura
Convencional	-37,34 (1923,624)	2381,003* (1190,025)	248,179 (237,08)
Viés corrigido	426,828 (1923,624)	2762,141* (1190,025)	288,451 (237,08)
Robusto	426,828 (2194,714)	2762,141* (1316,827)	288,451 (256,166)

**Fonte:** Elaborada com base nos dados do FNDE e do Censo Agropecuário/IBGE, de 2017.

**Notas:** Os resultados estatísticos foram estimados utilizando três especificações: (1) Regressão Linear Local; (2) Polinômio de ordem 2; (3) Polinômio de ordem 3. Todas as especificações usam Kernel *Triangular*. Para a largura ótima foi utilizada a opção *mserd*, sendo este um seletor de largura de banda ideal MSE de Calonico et al. (2019). Erros padrão robustos entre parênteses; e, (4) \* p-valor < 0,05.

Esse resultado é importante, pois sinaliza que a alteração proposta pela Lei 11.947/2009, com vistas ao beneficiamento da agricultura familiar, proporcionou efeitos positivos na receita da lavoura temporária, atividade de grande representatividade nos estabelecimentos agropecuários no Brasil. Feitosa (2011), em seu estudo sobre agricultura familiar, aponta essa como sendo a segunda atividade mais comum entre os produtores familiares brasileiros, atrás apenas da criação de aves e da produção de ovos. Destaca-se que, por mais que as atividades relacionadas a aves e ovos sejam mais frequentes em estabelecimentos de agricultura familiar, é esperado que a lavoura temporária tenha maior peso, tendo em vista que seus produtos tendem a ter maior demanda dentre os produtos que compõem a merenda escolar.

Ainda é válido referir que, no comparativo entre os censos de 2006 e 2017, realizado por Valadares (2022), observou-se que mesmo havendo queda na atividade de lavoura temporária nos estabelecimentos de agricultura familiar em 2017, quando comparado aos dados de 2006, ainda assim, ela segue aportando contribuições decisivas no que se refere à produção das organizações familiares, o que reforça os resultados deste estudo.

Dessa forma, a partir dos resultados encontrados, pode-se afirmar que o PNAE se caracteriza como uma política que tem grande relevância, proporcionando renda para as famílias rurais. Esses resultados corroboram as evidências encontradas por Elias et al. (2019), os quais destacam que após ser estabelecido em lei que no mínimo 30% dos recursos transferidos pelo FNDE para o PNAE devem ser destinados às compras diretas da agricultura familiar, houve um impulso na movimentação econômica nos locais de produção, o que, conseqüentemente, incorreu em impactos positivos e significativos sobre o emprego e a remuneração do trabalho, além disso, o incentivo à produção local decorrente da eliminação de intermediários, proporcionou maior circulação de recursos nos municípios. Ademais, os resultados deste estudo também corroboram os achados de Gomes et al. (2025) que identificou um impacto positivo do PNAE na renda dos agricultores familiares, especialmente para aqueles com condições socioeconômicas médias.

#### 4.4. Efeitos heterogêneos do PNAE para regiões brasileiras

Diante da confirmação da descontinuidade no ponto de corte, realizou-se a seleção de banda ótima e dos testes de densidade para as regiões brasileiras. A seguir realizaram-se as estimativas. Na primeira parte da Tabela 3, encontram-se as estimativas sem as covariadas, para a região Nordeste, constatando-se que há um impacto do PNAE na ordem de R\$ 344.218,00 sobre a receita da horticultura dos estabelecimentos de agricultura familiar nos municípios que cumprem a lei, considerando o método de viés corrigido.

Observa-se na Tabela 3 as estimações com covariadas, recomendada por Calonico et al. (2019), que no caso da região Nordeste, o PNAE continuou impactando de forma positiva a receita total (método do viés corrigido) e a receita da horticultura (métodos do viés corrigido e robusto). No tocante às magnitudes dos efeitos, pode-se inferir que o PNAE impacta positivamente na ordem de R\$ 1.654.740,00 e de R\$ 350.031,00, a receita total e a receita de horticultura, respectivamente, dos estabelecimentos agropecuários de agricultura familiar nos municípios da região Nordeste que cumprem a lei.<sup>8</sup>

Esses resultados apontam a relevância do PNAE para a agricultura familiar na região Nordeste. Castro & Freitas (2021), ao realizarem uma discussão, com base nos dados do Censo Agropecuário de 2017, relataram a expressividade da agricultura familiar na região Nordeste, composta por 1,8 milhão de estabelecimentos, 36,2% do total de estabelecimentos de agricultura familiar do Brasil, portanto tem maior representatividade entre as regiões brasileiras. Além disso, tanto a produção de horticultura como a criação de animais e o cultivo de algum tipo de espécie vegetal estão presentes em muitos estabelecimentos, o que fundamenta os resultados encontrados para a receita total e a receita da horticultura.

Em relação às demais regiões, verificou-se que o Norte, o Sudeste e o Centro-Oeste comportaram-se semelhantemente, tanto para as estimações sem covariadas como para aquelas nas quais foram inseridas as covariadas, apontando que não houve efeito do PNAE sobre as receitas dos estabelecimentos agrícolas presentes nestas regiões. Ademais, o teste de balanceamento para essas regiões, validou a comparabilidade entre os grupos. Já para a região Sul, foram obtidas estimativas significantes pelo método do viés corrigido, para a receita da horticultura, e em todos os métodos, para a receita total e a receita da lavoura temporária, nas estimações sem a presença de covariadas. Mas, após a inclusão de covariadas, constatou-se que os resultados não se mostraram significantes, e, além disso, o teste de balanceamento revelou que os grupos não são comparáveis.

A região Sudeste tem uma parcela significativa de municípios que cumprem a lei, apesar disso, os resultados obtidos pelas estimações não apontaram um efeito do PNAE sobre as receitas dos estabelecimentos agrícolas presentes nesta região. Tal fato pode estar relacionado ao reduzido número de organizações de agricultura familiar neste local, o que vale também para o Centro-Oeste, pois, conforme dados do Censo Agropecuário de 2017, os estados da região Centro-Oeste e São Paulo são os que apresentam as menores proporções de área ocupada pela agricultura familiar.

Entre os principais problemas enfrentados na região Sudeste estão os preços comercializados, a falta de mão de obra, a logística e a falta de divulgação referente ao PNAE. Cruz (2017) aponta que existe um entrave relacionado aos preços, em decorrência da dificuldade na cotação da mercadoria, pois certos produtos não são comercializados na feira local, dificultando a precificação, outrossim, a cotação feita em comércios industrializados é também desfavorável para a remuneração dos produtores, pois os custos não são compatíveis aos dos produtos processados. Além disso, a distância dos locais de abastecimento, os atrasos na divulgação dos editais e lançamentos em períodos de preços baixos, adicionados à distância dos locais de abastecimentos, afetam a execução do programa. Esses fatores apontam que, por mais que o Sudeste tenha um considerável número de municípios que cumprem a lei, essa ação não resulta em efeitos significativos sobre a receita dos produtores, uma vez que os preços não são condizentes com uma margem de lucro expressiva.

No Norte, a inexistência de efeitos do PNAE sobre a renda dos agricultores pode estar relacionada ao baixo número de municípios que cumprem a lei. Além disso, tem-se os problemas

<sup>8</sup> A partir do teste de balanceamento para a região Nordeste, pode-se inferir que a adição de variáveis no modelo terá apenas a função de elevar a robustez das estimativas.

relacionados à execução do PNAE, que, conforme destacado por Souza et al. (2021), para a região Norte tais dificuldades estão relacionadas ao baixo índice de compra por parte do governo, à necessidade de melhora no acesso ao crédito, com vistas a facilitar o investimento na produção, e à falta de assistência técnica.

Quanto ao Centro-Oeste, Paula et al. (2014) destacam como desafios, especialmente no estado de Goiás, a resistência relacionada à cultura local para diversificar a produção para atender a demanda das escolas, bem como a falta de compreensão da exigência sanitária, a desorganização da logística e a ausência de assistência técnica.

De modo geral, o PNAE aponta, recorrentemente, respostas interessantes, no entanto, ante as especificidades de cada região, existem entraves a serem trabalhados para melhorar sua execução nos municípios brasileiros, sendo válido analisar estes fatores em prol de maior efetividade desta política pública.

**Tabela 3** – Estimação do efeito do PNAE sobre a receita dos estabelecimentos agropecuários na região Nordeste em 2017.

Estimação sem covariadas				
Método	Receita total	Receita lavoura temporária	Receita pecuária	Receita horticultura
Convencional	1423,635	400,457	735,071	307,392
	(888,943)	(348,317)	(753,827)	(171,45)
Viés corrigido	1428,065	480,72	696,357	344,218*
	(888,943)	(348,317)	(753,827)	(171,45)
Robusto	1428,065	480,72	696,357	344,218
	(1003,533)	(382,458)	(849,256)	(178,674)
Estimação com covariadas				
Método	Receita total	Receita lavoura temporária	Receita pecuária	Receita horticultura
Convencional	1503,101	446,184	843,975	310,087
	(822,874)	(392,121)	(667,736)	(169,261)
Viés corrigido	1654,74*	475,136	953,36	350,031*
	(822,874)	(392,121)	(667,736)	(169,261)
Robusto	1654,74	475,136	953,36	350,031*
	(926,088)	(416,13)	(749,922)	(176,115)

**Fonte:** Elaborada com base nos dados do FNDE e do Censo Agropecuário/IBGE, de 2017.

**Notas:** Os resultados estatísticos foram estimados utilizando três especificações diferentes: (1) Regressão Linear Local; (2) Polinômio de ordem 2; e, (3) Polinômio de ordem 3. Todas as especificações usam Kernel Triangular. Para a largura ótima foi utilizada a opção `mserd`, sendo este um seletor de largura de banda ideal MSE (Mean Square Error) de Calonico et al. (2019). Erros-padrão robustos entre parênteses.

**Nota:** \* p-valor < 0,05.

## 4.5. Testes de robustez

### 4.5.1. Testes de densidade

Como proposto por Cattaneo et al. (2020), foi realizado o teste de manipulação para verificar se a inclusão das observações nos grupos de controle (municípios que descumpriram a lei) e tratamento (municípios que cumpriram a lei) se deu de maneira aleatória.

Os resultados para o Brasil evidenciam a presença de manipulação nos dados, dado a rejeição da hipótese nula ao nível de 5% de significância. Assim, verifica-se pela Tabela 4 que a densidade das observações perto do ponto de corte é contínua, tanto para o método

convencional como para o robusto. Em relação às regiões brasileiras, verificou-se que, com exceção da região Centro-Oeste, para o método convencional e robusto, e da região Norte, para o método robusto, as demais regiões brasileiras expressaram o mesmo comportamento verificado para o Brasil<sup>9</sup>.

**Tabela 4** – Resultado do teste de manipulação do cumprimento da lei.

Método	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Convencional	8,1293*	2,7479*	3,8681*	5,2324*	4,4442*	0,4724
Robusto	6,3689*	1,7461	3,2909*	4,1707*	3,4576*	0,1618

**Fonte:** Elaborada com dados do FNDE e do Censo Agropecuário/IBGE, de 2017. Nota: \* p-valor < 0,05.

Segundo McCrary (2008), o teste de densidade falha em algumas situações. Em alguns casos a existência do programa pode induzir os agentes a ajustar a variável de execução em apenas uma direção, ou seja, ocorre uma manipulação não monotônica, cujas pontuações são ajustadas igualmente para todos os grupos, propiciando a uma falha de identificação. Em ditas circunstâncias, a variável em execução com densidade contínua não é necessária nem suficiente para identificar que a atribuição do tratamento foi aleatória; tornando este apenas um teste estatístico, no qual faz-se importante verificar o que ocorre em cada intervenção para definir se há ou não manipulação.

Nesse sentido, a variável de execução deste estudo é o valor percentual resultante da relação entre o valor das aquisições da agricultura familiar e o valor transferido pelo FNDE para cada município, o qual, normalmente, passa por arredondamentos, o que configuraria uma manipulação positiva aplicada para toda a amostra. Sendo assim, esse é capaz de ser o fator que proporcionou uma falha de identificação.

Além disso, os municípios têm obrigação de prestar contas, junto ao Sistema de Gestão de Prestação de Contas (SiGPC), dos valores gastos com a compra de alimentos oriundos da agricultura familiar. Portanto, não há interesse por parte dos municípios em realizar qualquer manipulação nessa informação, uma vez que não existem punições para o descumprimento, ou seja, quando o percentual mínimo a ser empregado não é cumprido, basta o município enviar uma justificativa ao FNDE. À vista disso, os resultados encontrados no teste de densidade não inviabilizam a continuidade da análise da amostra selecionada. Ademais, outros testes são mostrados para evidenciar a robustez do modelo.

#### 4.5.2. Testes de falsificação / Placebo

Segundo Cattaneo et al. (2015), as covariadas são predeterminadas ou covariadas placebo. No segundo caso, mesmo determinadas após a atribuição da intervenção, elas não afetam o tratamento<sup>10</sup>, este é o caso do presente estudo. Ademais, Calonico et al. (2019) indicam o uso de covariadas quando se intenta aumentar a precisão do efeito do tratamento na estimação de RDD. Deste modo, incluem-se as covariáveis em análise de experimentos randomizados, sendo necessário que o tratamento não tenha efeito sobre as covariáveis no ponto de corte. Portanto, para verificar o cumprimento dessa exigência, realizou-se o teste de balanceamento de covariadas com a finalidade de garantir a “aleatorização” dos grupos de controle e tratamento,

<sup>9</sup> Realizou-se também a análise gráfica por meio dos histogramas contendo as observações localizadas abaixo e acima do ponto de corte. Assim, observou-se que para os resultados que exibiram evidências estatísticas de manipulação, os intervalos de confiança não cobrem o salto das observações onde ocorre o ponto de corte (30%).

<sup>10</sup> Dado o conhecimento técnico e teórico.

pois, ante da comparabilidade destes, é necessário observar se as covariáveis placebo estão ponderadas entre os grupos.

Assim, a Tabela 5 traz os resultados do teste de balanceamento para as amostras que indicaram estimativas significantes, conforme expresso nos tópicos anteriores. Percebe-se que, com as covariadas escolhidas, tanto para o Brasil como para a região Nordeste, nenhuma das estimativas se mostrou estatisticamente significativa, ou seja, as descontinuidades, verificadas em torno do ponto de corte, não são estatisticamente significantes. Tal resultado evidencia que nas variáveis observadas perto do *cutoff*, não existe diferença significativa entre o grupo de controle e tratamento, tanto para o Brasil quanto para a região Nordeste, confirmando que os grupos são comparáveis.

Para as regiões Norte, Sudeste e Centro-oeste as estimativas também não se mostraram significantes, confirmando que não há diferença significativa entre o grupo de controle e tratamento, validando a comparabilidade entre os grupos. Já para a região Sul, com exceção da variável escolaridade, os resultados do teste se mostraram significantes para as demais variáveis, apontando que o estimador com covariadas não converge para o sem covariáveis, invalidando, assim, a comparabilidade entre os grupos.

**Tabela 5** – Teste de balanceamento de covariadas para o Brasil e região Nordeste.

Covariadas	Efeito RD – Brasil	Efeito RD - Nordeste
Área	1249,58 (0,593)	113,86 (0,777)
Ocupação	171,42 (0,436)	256,31 (0,586)
Escolaridade	0,772 (0,808)	14,10 (0,970)
Orientação técnica	26,851 (0,063)	20,65 (0,160)
Associado	13,613 (0,704)	49,34 (0,542)
Idade	64,347 (0,321)	134,66 (0,306)
Prática agrícola	96,452 (0,063)	148,16 (0,121)
Crédito rural	2,325 (0,168)	7,01 (0,056)

**Fonte:** Elaborada com dados do FNDE e do Censo Agropecuário/IBGE, de 2017. Notas: i) Balanceamento das covariadas; ii) p-valor entre parênteses; e, iii) p-valor < 0,05

### 4.5.3. Análise de sensibilidade

Imbens & Lemieux (2008) recomendam realizar estimações em pontos abaixo e acima do ponto de corte como exercício de robustez. Desse modo, estimou-se o mesmo modelo<sup>11</sup> usado nas estimações realizadas para o Brasil e regiões, porém, dessa vez, considerando outros *cutoffs* (0,20, 0,40, 0,50), ou seja, novos limiares inferiores e superiores ao ponto de corte de 30%, com o intuito de verificar se existe significância em pontos fora do *cutoff*(30%). A análise

<sup>11</sup>Regressões locais lineares com pesos *kernel* triangulares, estimador da matriz de variância-covariância *nn*, polinômios de ordens 2 e 3 e largura de banda ótima *mserd*.

foi realizada para a amostra do Brasil e da região Nordeste, considerando apenas as variáveis que se mostraram estatisticamente significantes.

Na Tabela 6, observa-se que não houve significância em nenhuma das análises realizadas, tanto para o Brasil, considerando a variável receita da lavoura temporária, como para a região Nordeste, considerando as variáveis receita total e receita da horticultura. Logo, pode-se afirmar que não existe efeito local do PNAE, quando são considerados pontos de cortes iguais a 0,20, 0,40 e 0,50. Portanto, constata-se que o PNAE não tem efeitos para além do corte estabelecido pelo programa (0,30), tanto no que tange à receita da lavoura temporária no Brasil, como no que se refere à receita total e à receita da horticultura no Nordeste.

**Tabela 6** – Teste de sensibilidade do *bandwidth* e ordem do polinômio para o Brasil e região Nordeste.

Brasil						
Método	Receita lavoura temporária					
	c = 0,20	c = 0,40		c = 0,50		
Convencional	-966,958 (0,377)	3022,919 (0,21)		3764,042 (0,187)		
Viés corrigido	-1068,741 (0,329)	3449,907 (0,153)		3659,923 (0,200)		
Robusto	-1068,741 (0,360)	3449,907 (0,169)		3659,923 (0,246)		

Nordeste						
Método	Receita total			Receita horticultura		
	c = 0,20	c = 0,40	c = 0,50	c = 0,20	c = 0,40	c = 0,50
Convencional	-2184,4 (0,239)	344,108 (0,869)	-1103,1 (0,817)	28,91 (0,889)	215,718 (0,409)	-253,79 (0,733)
Viés corrigido	-2517,7 (0,174)	528,641 (0,8)	-4151,78 (0,383)	31,475 (0,879)	150,595 (0,565)	-238,04 (0,749)
Robusto	-2517,7 (0,23)	528,641 (0,818)	-4151,78 (0,535)	31,475 (0,89)	150,595 (0,598)	-238,04 (0,794)

**Fonte:** Elaborada com dados do FNDE e do Censo Agropecuário/IBGE.

**Notas:** i) p-valor entre parênteses; e, ii) p-valor < 0,05

## 5. Conclusões

O PNAE tem como finalidade melhorar o aprendizado e o rendimento dos alunos, por meio da qualidade da alimentação dos estudantes. E, em 2009, a partir da Lei 11.947/2009, o PNAE também passou a incentivar a agricultura familiar, com base na determinação de que ao menos 30% dos recursos transferidos para a compra de alimentos para a merenda escolar, do FNDE ao PNAE, devem ser destinados à aquisição de alimentos advindos da agricultura familiar.

Diante disso, este trabalho analisa os efeitos do PNAE sobre a receita dos estabelecimentos de agricultura familiar no Brasil e em suas regiões e, especificamente, a receita das principais atividades da agricultura familiar, ou seja, receita total, receita da lavoura temporária, receita da pecuária e receita proveniente da horticultura.

Os resultados fornecem evidências de que existe um efeito positivo da política sobre algumas das receitas analisadas. Para o Brasil, observou-se que o PNAE possui um efeito de R\$ 2.762.100,00 reais sobre a receita da lavoura temporária da agricultura familiar nos municípios

brasileiros, sendo esta a única a apresentar estimativas significantes. Acredita-se que esse dado esteja relacionado à grande expressividade dessa atividade nas organizações familiares do País.

Ademais, para as regiões brasileiras, somente para a região Nordeste foi verificado um efeito positivo do PNAE, sobre a receita total, na ordem de R\$ 1.654.740,00, e sobre a receita oriunda da horticultura, na ordem de R\$ 350.031,00, dos estabelecimentos agropecuários de agricultura familiar nos municípios nordestinos. Nas regiões Norte, Sudeste e Centro-Oeste, o programa não mostrou efeito, o que denota a existência de diferenças regionais, indicando que a implantação da política deve considerar essas disparidades regionais.

Em síntese, pode-se inferir que o PNAE é uma política importante, tendo efeitos sobre a receita dos estabelecimentos de agricultura familiar. Assim, impõe-se destacar a relevância do programa para a agricultura, onde, entre os benefícios para as famílias, encontram-se o incentivo ao cultivo local e a continuação da atividade agrícola, estimulando a permanência dessas pessoas no campo e o aquecimento da economia local com base na geração de renda. Ajustes no desenho da política visando à execução do PNAE, no entanto, são suscetíveis de, potencialmente, ampliar o efeito do programa sobre a receita dos estabelecimentos rurais.

#### **Contribuições dos autores:**

ALMI: Levantamento e análise dos dados, revisão bibliográfica, análise e escrita dos resultados e elaboração do manuscrito final. EMC: Planejamento e orientação da pesquisa, definição do método, revisão e análise crítica do estudo e elaboração do manuscrito final. GDI: Planejamento e coorientação da pesquisa, revisão e análise crítica do estudo e elaboração do manuscrito final. DBG: Planejamento e coorientação da pesquisa, revisão e análise crítica do estudo e elaboração do manuscrito final. ASK: Revisão e análise crítica do estudo e elaboração do manuscrito final.

#### **Suporte financeiro:**

Nada a declarar.

#### **Conflitos de interesses:**

Nada a declarar.

#### **Aprovação do conselho de ética:**

Nada a declarar.

#### **Disponibilidade de dados:**

Os dados da pesquisa estão disponíveis sob consulta.

#### **Agradecimentos**

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro por meio da bolsa de mestrado concedida, que possibilitou a realização deste trabalho.

**\* Autor correspondente:**

Antonia Leudiane Mariano Ipolito. leudianemipolito@gmail.com.

**Referências**

- Altafin, I. (2007). *Reflexões sobre o conceito de agricultura familiar*. Recuperado em 8 de abril de 2022, de <http://www.enfoc.org.br/system/arquivos/documentos/70/f1282reflexoes-sobre-o-conceito-de-agricultura-familiar---iara-altafin---2007.pdf>.
- Brasil. (2015). *Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Manual de aquisição de produtos da Agricultura Familiar para a Alimentação Escolar*. Recuperado em 8 de abril de 2022, de <https://www.fnde.gov.br/index.php/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/116-alimentacao-escolar?download=9815:pnae-manual-aquisicao-de-produtos-da-agricultura-familiar-para-a-alimentacao-escolar-2-edicao>.
- Brasil. (2017a). *Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Alimentação a todos do ensino fundamental*. Recuperado em 8 de abril de 2022, de <http://www.fnde.gov.br/component/k2/item/5123-1988>.
- Brasil. (2017b). *Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Histórico*. Recuperado em 8 de abril de 2022, de <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/pnae/pnae-sobre-o-programa/pnae-historico>.
- Calonico, S., Cattaneo, M. D., & Titiunik, R. (2015). Optimal data-driven regression discontinuity plots. *Journal of the American Statistical Association*, 110(512), 1753-1769.
- Calonico, S., Cattaneo, M. D., & Titiunik, R. (2019). Regression discontinuity designs using covariates. *The Review of Economics and Statistics*, 101(3), 442-451.
- Castro, C. N., & Freitas, R. E. (2021). *O PRONAF no Nordeste: análise a partir dos dados do censo agropecuário de 2017*. Rio de Janeiro: IPEA. (Texto para discussão, n. 2677).
- Cattaneo, M. D., Frandsen, B. R., & Titiunik, R. (2015). Randomization inference in the regression discontinuity design: An application to party advantages in the US Senate. *Journal of Causal Inference*, 3(1), 1-24.
- Cattaneo, M. D., Jansson, M., & Ma, X. (2020). *rddensity: Manipulation testing based on density discontinuity (R package version 2.1)*. Recuperado em 8 de abril de 2022, de <https://CRAN.R-project.org/package=rddensity>.
- Cattaneo, M. D., Keele, L., & Titiunik, R. (2021). *Covariate Adjustment in regression discontinuity designs*. Recuperado em 8 de abril de 2022, de <https://arxiv.org/abs/2110.08410>.
- Cruz, N. B., Jesus, J. G., Bacha, C. J. C., & Costa, E. M. (2020). Acesso da agricultura familiar ao crédito e à assistência técnica no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 59(3), e226850.
- Cruz, S. F. (2017). *Desafios e contribuições do PNAE em três organizações da agricultura familiar no território Sul Litorâneo do Espírito Santo* (Tese de doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Cunha, W. A., Freitas, A. F., & Salgado, R. J. (2017). Efeitos dos programas governamentais de aquisição de alimentos para a agricultura familiar em Espera Feliz, MG. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 55(3), 427-444.
- Elias, L. D. P., Belik, W., Cunha, M. P., & Guilhoto, J. J. M. (2019). Impactos socioeconômicos do Programa Nacional de Alimentação Escolar na agricultura familiar de Santa Catarina. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 57(2), 215-233.

- Feitosa, A. M. A. (2011). *A Agricultura e a Agricultura Familiar*. Montes Claros: Ministério da Educação, Escola Técnica Aberta do Brasil.
- Fernandes, D. M. M., & Kessler, M. J. (2019). Programa Nacional de Alimentação Escolar–PNAE: contribuições para a agricultura familiar. In *Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional*. Santa Cruz do Sul: UNISC. Recuperado em 28 de fevereiro de 2025, de <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidr/article/view/18955>
- Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE. (2017). *Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). Aquisição de produtos da agricultura familiar para o programa nacional de alimentação escolar*. Recuperado em 8 de abril de 2022, de <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/pnae/pnae-eixos-de-atuacao/pnae-agricultura-familiar>.
- Gomes, L. da S., Nunes, E. M., Rodrigues, F. L., & Ramalho, S. M. (2021). Impactos do programa nacional de alimentação escolar (PNAE) sobre as escolas públicas no nordeste brasileiro. *Revista Economica do Nordeste*, 52(2), 103-120.
- Gomes, M. C., Lazaretti, L. R., Assis, T., Becker, K. L., & Bender Filho, R. (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., & Flexor, G. (2014). A construção das políticas para a agricultura familiar no Brasil: entre ideias, interesses e instituições. In *52º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER)* (pp. 1-17). Goiânia: SOBER.
- 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(Suppl.1), 125-146.
- Guanziroli, C. E. (2007). PRONAF dez anos depois: resultados e perspectivas para o desenvolvimento rural. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 45(2), 301-328.
- Imbens, G. W., & Lemieux, T. (2008). Regression discontinuity designs: a guide to practice. *Journal of Econometrics*, 142(2), 615-635.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2017). *Censo agro 2017. Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). Em 11 anos agricultura familiar perde 9,5 dos estabelecimentos e 2,2 milhões de postos de trabalho*. Recuperado em 8 de abril de 2022, de <https://censoagro2017.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/25786-em-11-anos-agricultura-familiar-perde-9-5-dos-estabelecimentos-e-2-2-milhoes-de-postos-de-trabalho.html>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2019). *Educa Jovens. Conheça o Brasil - População*. Recuperado em 8 de abril de 2022, de <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18317-educacao.html#:~:text=Um%20dado%20importante%20sobre%20educa%C3%A7%C3%A3o,havia%20sido%206%2C8%25>.
- Khandker, S. R., Koolwal, G. B., & Samad, H. A. (2009). *Handbook on Impact Evaluation: quantitative methods and practices*. Washington, D.C.: World Bank Publications.
- Lee, D. S., & Lemieux, T. (2010). Regression discontinuity designs in economics. *Journal of Economic Literature*, 48(2), 281-355.
- Lourenzani, A. E. B. S., & Cardoso, V. A. (2019). O programa nacional de alimentação escolar no município de Tupã e seus efeitos na agricultura familiar. *Formação (Online)*, 26(48), 200-219.
- Machado, P. M. O., Schmitz, B. A. S., González-Chica, D. A., Corso, A. C. T., Vasconcelos, F. A. G., & Gabriel, C. G. (2018). Compra de alimentos da agricultura familiar pelo Programa

- Nacional de Alimentação Escolar (PNAE): estudo transversal com o universo de municípios brasileiros. *Ciencia & Saude Coletiva*, 23(12), 4153-4164.
- McCrary, J. (2008). Manipulation of the running variable in the regression discontinuity design: A density test. *Journal of Econometrics*, 142(2), 698-714.
- Paula, M. M., Kamimura, Q. P., & Silva, J. L. G. D. (2014). Mercados institucionais na agricultura familiar: dificuldades e desafios. *Revista de Política Agrícola*, 23(1), 33-43.
- Rodrigues, A. X., Ferreira, M. A. M., Araújo, J. M., & Silveira, S. F. R. (2024). Capacidades estatais municipais como condicionantes do desempenho das compras da agricultura familiar no âmbito do PNAE. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 62(4), e277213.
- Souza, S. F., Souza, A. L., Santos, R. B. N., & Ramos, M. C. P. (2021). Agricultura familiar no Pará e as limitações do programa nacional de alimentação escolar (PNAE). In *Anais do 59º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER); 6º Encontro Brasileiro de Pesquisadores em Cooperativismo (EBPC)*. Brasília: SOBER.
- Thistlethwaite, D. L., & Campbell, D. T. (1960). Regression-discontinuity analysis: an alternative to the ex post facto experiment. *Journal of Educational Psychology*, 51(6), 309-317.
- Valadares, A. A. (2022). *Agricultura familiar (AF) no Brasil: um panorama da produção, do perfil e dos sinais de mudanças entre os censos agropecuários de 2006 e 2017*. Rio de Janeiro: IPEA.
- Valadares, A. A., Alves, F., Bastian, L., & Silva, S. P. (2022). *Da regra aos fatos: condicionantes da aquisição de produtos da agricultura familiar para a alimentação escolar em municípios brasileiros*. Brasília: IPEA.

**Data de submissão:** 02 de setembro de 2024

**Data de aceite:** 28 de fevereiro de 2025

**Classificação JEL:** C54. O13. Q18.

**Editor associado:** Silvio Cezar Arend