



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA RURAL

ANTONIA LEUDIANE MARIANO IPOLITO

EFEITOS DO PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR (PNAE)
SOBRE A AGRICULTURA FAMILIAR E DESEMPENHO ESCOLAR

FORTALEZA

2023

ANTONIA LEUDIANE MARIANO IPOLITO

**EFEITOS DO PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR
(PNAE) SOBRE A AGRICULTURA FAMILIAR E DESEMPENHO
ESCOLAR**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre - Área de concentração: Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural.

Orientador: Prof. Dr. Edward Martins Costa
Coorientador: Prof. Dr. Daniel Barboza
Guimarães

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- 159e Ipolito, Antonia Leudiane Mariano.
Efeitos do Programa Nacional de Alimentação escolar (PNAE) sobre a agricultura familiar e desempenho escolar / Antonia Leudiane Mariano Ipolito. – 2023.
101 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Edward Martins Costa.
Coorientação: Prof. Dr. Daniel Barboza Guimarães.
1. PNAE. 2. Efeito. 3. Receita da agricultura familiar. 4. Desempenho escolar. 5. RDD. I. Título.
CDD 338.1
-

ANTONIA LEUDIANE MARIANO IPOLITO

**EFEITOS DO PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR (PNAE)
SOBRE A AGRICULTURA FAMILIAR E O DESEMPENHO ESCOLAR**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre - Área de Concentração: Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural.

Aprovada em ___ / ___ /2023.

BANCA EXAMINADORA

Edward Martins Costa (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Daniel Barboza Guimarães (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Guilherme Diniz Irffi (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Vitor Hugo Miro Couto Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Guilherme Resende Oliveira
Centro Universitário Alves Faria (UniAlfa)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por seu cuidado e amor, por todas as bênçãos que sempre me concedeu, por me fazer sonhar e prover tudo em detalhes, por estar pertinho e me acolher nos momentos mais desafiadores, por me fazer ir além do que imagino ser capaz. Tudo na minha vida é resultado da provisão dEle.

A toda minha família, especialmente meus amados pais, Maria Mariano e Jaime Ipolito, pelo amor incondicional, pelo apoio em todos os momentos e por me ensinarem as coisas mais importantes que aprendi na vida. À minha irmã, Nila Ipolito, e aos meus irmãos João Ipolito, Antônio Ipolito e Francisco Ferreira; aos meus cunhado e cunhadas, aos meus sobrinhos, Talita Ferreira, Mikael Ipolito e Rebeca Ferreira, por todo o carinho, amor, paciência, incentivo e suporte que sempre me deram, o que foi fundamental em cada momento. Sou grata, de maneira especial, ao meu querido irmão, João Ipolito, que desenvolveu um conversor de dados textuais, com o intuito de facilitar meu manuseio na tabulação dos dados. A Carlos Henrique, que esteve ao meu lado em cada momento, segurando minha mão, por me ouvir, apoiar, aconselhar, acreditar, compreender, incentivar e me fazer rir em momentos de apreensão. Às minhas primas, Roberta Mariano e Renata Mariano, por sempre torcerem por mim.

Ao Prof. Dr. Edward Martins Costa, pois me sinto honrada pelo fato de o ter como orientador, por quem tenho grande respeito e admiração. Obrigada por não medir esforços para me ensinar e contribuir significativamente com minha evolução como profissional; gratidão pela parceria, paciência e confiança. Ao Prof. Dr. Daniel Barboza Guimarães (coorientador) e ao Prof. Dr. Guilherme Diniz Irffi (coorientador), que foram essenciais para a minha formação. Obrigada por todos os ensinamentos e pelas valiosas contribuições.

Aos componentes da Banca, nas pessoas do Prof. Dr. Vitor Hugo Miro Couto Silva e do Prof. Dr. Guilherme Resende Oliveira por me honrarem com a aceitação do convite e, principalmente, por contribuírem com este estudo.

Ao Prof. Dr. Kilmer Coelho Campos, por ser um excelente coordenador, sempre atencioso com as demandas dos alunos. A Carlene Matias Miranda, Secretária do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural – PPGER, por toda sua disponibilidade e ajuda. A todos os professores e funcionários que fazem parte do PPGER. Todos foram essenciais para a minha formação. De maneira especial, também expresse minha gratidão ao Prof. Dr. José de Jesus Sousa Lemos, por tanto acreditar no meu potencial e me motivar, pelos trabalhos

desenvolvidos juntos no Laboratório do Semiárido e por toda partilha de conhecimento. És um profissional admirável!

A Luciana Rodrigues, que me apoiou na elaboração da base do segundo capítulo. Gratíssima por compartilhar seus conhecimentos.

Às amigas de turma, que me acompanharam de perto, em especial, a Isadora Gomes, que é como uma irmã, pois desde o início, dividiu diversos momentos comigo, apoiando-me e ajudando-me sempre. A Franciscidalva Rosa, que foi fundamental para minha estada em Fortaleza, segurando minha mão, me incentivando e acreditando em mim. Sou grata pelo apoio em todos os momentos, pois foi ótimo dividir apartamento e rotina com você. Às demais amigas de apartamento, Cecília Loayza, por todas as conversas de apoio e troca de conhecimento, pelas risadas e descontração. A Maria Vanessa, pelo ensino com a convivência, companhia nas idas à igreja, momentos de brincadeiras e trocas sinceras. Agradeço a todos os colegas de curso pela oportunidade de conviver, por compartilhar momentos de alegria, risadas, assim como momentos de aprendizado, especificamente, Caroline Rodrigues, Charliano Santos, Vitória Lima, Laura Cunha, Érika Costa, Alexandra Pedrosa, Stênio Maia, Eucinete Menezes, Eudivan Gonçalves.

A todos os colegas com quem tive contato durante o curso e, de algum modo, tivemos uma troca sincera. A todos os amigos externos ao programa de pós-graduação, que torcem por mim e são importantes na minha caminhada, em especial: Maria José, Joabe Costa, Maria Ayla, Sayure Saldanha, Daniele Zaira, Carlos Victor.

Dirijo, por fim, agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro concedido durante o curso.

RESUMO

O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PNAE) é uma política pública de ampla relevância, que contribui com a nutrição dos alunos, auxiliando no crescimento e no desenvolvimento biopsicossocial dos estudantes, e, dentre os seus objetivos, tem-se também o incentivo à agricultura familiar. Esta produz, aproximadamente, um terço dos alimentos do mundo, evidenciando um importante papel para a alimentação universal, consoante exprime documento da FAO (2021). Em tais circunstâncias, políticas à demanda de incentivar e garantir a produção, a renda mínima e a comercialização dos produtos desses agricultores são instrumentos necessários para assegurar a soberania e a segurança alimentar e nutricional da sociedade. A reformulação do PNAE, por meio da Lei 11.947, de 2009, representa esse avanço, com suporte na qual passou a ser determinado que 30% dos recursos destinados à compra de alimento escolar, repassados pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) ao PNAE, devem ser utilizados na aquisição de alimentos oriundos da produção da agricultura familiar, proporcionando uma conexão entre alimentação escolar e agricultura familiar. Haja vista a importância do programa, o estudo que ora se relata está estruturado em dois capítulos, reportando-se a ambas as principais temáticas, de acordo com os objetivos do PNAE, sendo estes o efeito direto na agricultura familiar e no desempenho e rendimento escolar de alunos matriculados em escolas rurais. Para atender a este *desideratum*, foi adotada uma abordagem do desenho de regressão descontínua (RDD) para estimar a influência nas variáveis relacionadas ao objetivo deste estudo, considerando os grupos de municípios que atendem ao percentual mínimo de 30% *vis-à-vis* os que estão aquém deste percentual. No primeiro capítulo, 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. No outro segmento capitular, o exame, para o Brasil, denotou que o PNAE possui efeito sobre o desempenho das escolas rurais. Quanto às regiões, obteve-se efeito somente para Nordeste e Sul, especificamente, sobre a taxa de rendimento (abandono) escolar. No geral, as evidências sobrelevam o fato de que políticas como o PNAE possuem grande importância, conectando agricultura familiar e alimentação escolar.

Palavras-chave: PNAE; efeito; receita da Agricultura Familiar; desempenho escolar. RDD.

Código JEL: C10. Q18

ABSTRACT

The National Program for the Strengthening of Family Farming (PNAE) is a public policy of wide relevance, which contributes to the students' nutrition, assisting in their growth and biopsychosocial development, and, among its objectives, there is also the encouragement of family farming. This produces, approximately, a third of the world's food, evidencing an important role for universal feeding, as expressed in the FAO document (2021). Under these circumstances, policies to encourage and ensure the production, minimum income, and marketing of these farmers' products are necessary instruments to ensure food and nutritional sovereignty and security for society. The reformulation of PNAE, through Law 11.947, of 2009, represents this advance, supported by which it was determined that 30% of the resources intended for the purchase of school food, passed on by the National Fund for Education Development (FNDE) to PNAE, must be used for the purchase of food from family farming, providing a connection between school meals and family farming. In view of the importance of the program, this study is structured in two chapters, reporting on both main themes, according to the objectives of PNAE, which are the direct effect on family farming and on the performance and school performance of students enrolled in rural schools. To meet this desideratum, a discontinuous regression design (RDD) approach was adopted to estimate the influence on variables related to the objective of this study, considering the groups of municipalities that meet the minimum percentage of 30% vis-à-vis those that fall short of this percentage. In the first chapter, the results for Brazil show a positive impact on the income of family farming establishments. The analysis for the regions, however, points out that there are still weaknesses to be addressed in order to expand the effects arising from the PNAE. In the other chapter segment, the analysis for Brazil showed that PNAE has an effect on the performance of rural schools. As for the regions, an effect was obtained only for the Northeast and South, specifically on the rate of school performance (dropout). Overall, the evidence highlights the fact that policies such as PNAE have great importance, connecting family farming and school feeding.

Keywords: PNAE; effect; Family farming income; school performance; RDD.

JEL code: C10. Q18

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1A	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE nas receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para o Brasil	38
Gráfico 1.1B	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE nas receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para o Brasil - amostra completa.....	38
Gráfico 1.1C	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE nas receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para o Brasil usando a banda ótima	39
Gráfico 2.1	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE na nota do IDEB (anos iniciais e finais) e da taxa de abandono (anos iniciais e finais) nas escolas rurais - amostra completa	63
Gráfico A-1.1	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Norte	81
Gráfico A-1.2	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Norte - amostra completa	81
Gráfico A-1.3	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Norte usando a banda ótima	82
Gráfico B-1.1	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Nordeste	83
Gráfico B-1.2	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Nordeste - amostra completa	83
Gráfico B-1.3	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para a região Nordeste usando a banda ótima	84
Gráfico C-1.1	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para a região Sudeste	85
Gráfico C-1.2	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para a região Sudeste - amostra completa	85

Gráfico C-1.3	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para a região Sudeste usando a banda ótima	86
Gráfico D-1.1	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para a região Sul	87
Gráfico D-1.2	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para a região Sul - amostra completa	87
Gráfico D-1.3	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para a região Sul usando a banda ótima	88
Gráfico E-1.1	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para a região Centro-Oeste	89
Gráfico E-1.2	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura Centro-Oeste - amostra completa.....	89
Gráfico E-1.3	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para a região Centro-Oeste usando a banda ótima	90
Gráfico J-2.1	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE na nota do IDEB (anos iniciais e finais) e da taxa de abandono (anos iniciais e finais) nas escolas rurais	99
Gráfico J-2.2	– Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE na nota do IDEB (anos iniciais e finais) e da taxa de abandono (anos iniciais e finais) nas escolas rurais usando a banda ótima	100

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1.1	– Informações gerais sobre as variáveis utilizadas	29
Quadro 2.1	– Informações gerais sobre as variáveis utilizadas	57
Figura 1.1	– Distribuição espacial dos municípios em relação ao cumprimento e descumprimento da lei..... Distribuição espacial dos municípios em relação ao cumprimento e descumprimento da lei.....	36
Figura 2.1	– Distribuição espacial das escolas rurais e matrículas em relação aos municípios brasileiros no ano de 2017.....	62
Figura G - 1.1	– Teste de manipulação sobre a densidade da descontinuidade na variável de cumprimento da lei para o Brasil e suas regiões.....	94
Figura G - 2.1	– Teste de manipulação sobre a densidade da descontinuidade na variável de cumprimento da lei para o Brasil e suas regiões.....	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1	– Estatística descritiva das variáveis	34
Tabela 1.2	– Estimação do efeito do PNAE sobre a receita dos estabelecimentos agropecuários em 2017 para o Brasil	40
Tabela 1.3	– Estimação do efeito do PNAE sobre a receita dos estabelecimentos agropecuários na região Nordeste em 2017	42
Tabela 1.4	– Teste de balanceamento de covariadas para o Brasil e região Nordeste	46
Tabela 1.5	– Teste de sensibilidade do <i>bandwidth</i> e ordem do polinômio para o Brasil e a região Nordeste	48
Tabela 2.1	– Estatística descritiva das variáveis	61
Tabela 2.2	– Estimação do efeito do PNAE sobre o rendimento escolar nas escolas rurais brasileiras em 2017	65
Tabela 2.3	– Estimação do efeito do PNAE sobre o rendimento escolar e a taxa de abandono nas escolas rurais das regiões brasileiras em 2017	68
Tabela 2.4	– Teste de balanceamento de covariadas para o Brasil e as regiões Nordeste e Sul	70
Tabela F-1.1	– Banda ótima e ordem do polinômio para estimação referente ao Brasil	91
Tabela F-1.2	– Banda ótima e ordem do polinômio para estimacões referentes às regiões brasileiras	92
Tabela F-2.1	– Banda ótima e ordem do polinômio para estimação referente ao Brasil e suas regiões	93
Tabela G-1.1	– Resultado do teste de manipulação do cumprimento da lei	94
Tabela G-2.1	– Resultado do teste de manipulação do cumprimento da lei	94
Tabela G-2.2	– teste de sensibilidade do <i>bandwidth</i> e ordem do polinômio para o Brasil e regiões Nordeste, Sudeste e Sul	96
Tabela H-1.1	– Estimação do efeito do PNAE sobre a receita dos estabelecimentos agropecuários nas regiões Norte, Sudeste, Sul e Centro-Oeste em 2017....	97
Tabela I-1.1	– Teste de balanceamento de covariadas para as regiões Norte, Sudeste, Sul e Centro-Oeste	98
Tabela I-2.1	– Teste de balanceamento de covariadas para as regiões Norte, Sudeste e Centro-Oeste	98

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CME	Campanha de Merenda Escolar
CNAE	Campanha Nacional de Alimentação Escolar
CNME	Campanha Nacional de Merenda Escolar
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MEC	Ministério da Educação e Cultura
NSLP	<i>National School Lunch Program</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
PNAD Contínua	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
Pronan	Programa Nacional de Alimentação e Nutrição
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PSM	<i>Propensity Score Matching</i>
RDD	Regressão Descontínua

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	16
2	ANÁLISE DO PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR (PNAE) SOBRE A AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL	20
2.1	Introdução	20
2.2	Revisão de Literatura	21
2.2.1	<i>Produção da agricultura familiar no Brasil</i>	22
2.2.2	<i>Políticas públicas para a agricultura familiar no Brasil e a Lei nº 1.947/2009 - Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)</i>	23
2.2.3	<i>Estudos sobre a Lei nº 1.947/2009 - Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)</i>	25
2.3	Metodologia	26
2.3.1	<i>Base de dados e variáveis</i>	27
2.3.2	<i>Regressão descontínua</i>	30
2.3.3	<i>Estratégia empírica</i>	32
2.3.4	<i>Efeitos heterogêneos e testes</i>	33
2.4	Análise e discussão dos resultados	34
2.4.1	<i>Análise descritiva dos dados</i>	34
2.4.2	<i>Desenho de regressão descontínua</i>	36
2.4.3	<i>Estimações para o Brasil</i>	39
2.4.4	<i>Efeitos heterogêneos do PNAE para regiões brasileiras</i>	41
2.4.5	<i>Testes de robustez</i>	44
2.4.5.1	<i>Testes de densidade</i>	44
2.4.5.2	<i>Teste de falsificação / Placebo</i>	46
2.4.5.3	<i>Análise de sensibilidade</i>	47
2.5	Considerações finais	48
3	AQUISIÇÃO DE PRODUTOS DA AGRICULTURA FAMILIAR NA MERENDA ESCOLAR E SEUS EFEITOS NOS RESULTADOS EDUCACIONAIS EM ÁREAS RURAIS	50
3.1	Introdução	50
3.2	Revisão de Literatura	52

3.2.1	<i>Fatores associados aos resultados educacionais, as escolas rurais e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)</i>	52
3.2.2	<i>A literatura empírica sobre a Lei nº 1.947/2009 – Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e o desempenho escolar dos estudantes</i>	54
3.3	Metodologia	55
3.3.1	<i>A fonte e a descrição dos dados</i>	55
3.3.2	<i>Estratégia empírica</i>	58
3.4	Análise e discussão dos resultados	60
3.4.1	<i>Análise descritiva dos dados</i>	60
3.4.2	<i>Desenho de regressão descontínua</i>	62
3.4.3	<i>Estimações para o Brasil</i>	64
3.4.4	<i>Efeitos heterogêneos para regiões brasileiras</i>	66
3.4.5	<i>Testes de robustez</i>	69
3.4.5.1	<i>Testes de densidade</i>	69
3.4.5.2	<i>Teste de falsificação / Placebo</i>	70
3.4.5.3	<i>Análise de sensibilidade</i>	71
3.5	Considerações finais	71
4	CONCLUSÃO GERAL	73
	REFERÊNCIAS	75
	APÊNDICE A	81
	APÊNDICE B	83
	APÊNDICE C	85
	APÊNDICE D	87
	APÊNDICE E	89
	APÊNDICE F	91
	APÊNDICE G	94
	APÊNDICE H	97
	APÊNDICE I	98
	APÊNDICE J	99

1 INTRODUÇÃO GERAL

As políticas públicas possuem importante papel para a sociedade, tendo como objetivo mitigar problemas sociais, garantir o bem-estar da população e encontrar opções que sanem as necessidades ante as vulnerabilidades sociais. De maneira específica, uma política tem objetivos dirigidos para um setor como, por exemplo, a agricultura familiar, onde, neste caso, as ações direcionadas para esta categoria intentam fortalecê-la, seja por meio de subsídio, apoio técnico e/ou garantia de preços mínimos.

No Brasil, as políticas agrícolas, por muito tempo, estiveram direcionadas aos grandes produtores rurais, principalmente, para a produção de *commodities*. Desde os anos de 1980, entretanto, o contexto histórico vivenciado no País permitiu intensas pressões e rearticulações, de sorte que pequenos agricultores e movimentos sociais rurais passaram a reivindicar políticas tendidas para a agricultura familiar. De tal modo, nos anos de 1990, passaram a surgir políticas exclusivamente orientadas para este setor (ALTAFIN, 2007; SCHNEIDER, 2010; CUNHA; FREITAS; SALGADO, 2017).

Nessa contextura, surgiu o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), criado em 1995 na gestão do presidente Fernando Henrique Cardoso, como pioneiro na demanda de fortalecer a agricultura familiar, incentivar a produção, promover o desenvolvimento rural e a segurança alimentar (BRASIL, 1996). Além deste programa, nos anos posteriores, criou-se também o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), e reformulou-se o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), em 2003 e 2009, respectivamente, ambos, também, destinados ao estímulo da produção de alimentos da agricultura familiar.

O PNAE é uma evolução de políticas iniciadas nos anos de 1950, com o intuito de atender as necessidades de estudantes de escolas públicas, possuindo um importante papel na contribuição com a nutrição dos alunos, tendo por objetivo auxiliar no crescimento e no desenvolvimento biopsicossocial¹, na aprendizagem, no rendimento escolar e na formação de hábitos alimentares saudáveis dos escolares. Além desses objetivos, com a reformulação do PNAE por meio da Lei nº 11.947/2009, o programa passou, também, a beneficiar a agricultura familiar, objetivando o incentivo a esta categoria. De tal modo, ficou determinado que 30% dos recursos destinados à alimentação escolar, devem ser utilizados na compra de alimentos advindos da produção da agricultura familiar

¹ É uma abordagem multidisciplinar que compreende os aspectos biológicos, psicológicos e sociais de uma pessoa.

Essa relação entre agricultura familiar e alimentação escolar aflorou como caminho para se promover uma alimentação saudável, oferecendo cardápios mais diversificados e de melhor qualidade nutricional no cotidiano de crianças e adolescentes de todo o Brasil (VALADARES *et al.*, 2022). Dados os mecanismos, seja via oferta de alimentos de maior qualidade e/ou pelo aumento da renda dos produtores rurais pela garantia da compra de seus produtos, o PNAE desempenha importante papel na vida dos beneficiados, sendo tais efeitos estendidos para a sociedade.

À vista disso, a dotação de uma sólida e boa educação básica é uma das condições necessárias para se acelerar o crescimento econômico e promover o desenvolvimento sustentável. Ainda se mostra, porém, de baixa qualidade e com severos entraves, principalmente nos países em desenvolvimento, como, por exemplo, o Brasil. Sabendo dos efeitos que a educação possui sobre níveis de equidade e desenvolvimento do País, muito se discute sobre as maneiras de melhorá-la nas variadas fases que a compõem, a saber, ensino fundamental, I e II, e ensino médio (BRASIL, 2009; CAMPOS *et al.*, 2011; HULETT *et al.*, 2014).

Uma alimentação nutritiva é necessária no desenvolvimento e aprendizagem dos alunos (ADELMAN; GILLIGAN; LEHRER, 2008; METWALLY *et al.*, 2020). Assim expresso, além de tencionar contribuir com as condições nutricionais básicas dos estudantes, gerando um efeito positivo na sua nutrição, o PNAE gera outras implicações, como resultado da melhoria na qualidade da alimentação, no âmbito do qual um dos fatores favorecidos pela política é o aprendizado (GOMES *et al.*, 2021). Demais disso, ainda sobre estratégias governamentais, políticas norteadas para a agricultura familiar são instrumentos de intervenção do Estado que promovem o desenvolvimento rural e o fortalecimento da agricultura familiar (ELIAS *et al.*, 2019). Nestas circunstâncias, o PNAE possui efeitos benéficos para a organização da família, da produção e da comercialização (CUNHA; FREITAS; SALGADO, 2017).

Ex positis, esta dissertação está estruturada em dois capítulos. No primeiro, avalia-se o efeito do PNAE sobre a receita da agricultura familiar e, no outro, o efeito deste programa sobre o desempenho escolar (nota do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - IDEB) e a taxa de rendimento² (taxa de abandono escolar) dos alunos matriculados no ensino fundamental (anos iniciais e finais) das escolas da rede pública, localizadas nas áreas rurais do Brasil.

Em síntese, a dissertação dispõe de duas hipóteses, a saber: i) a garantia da compra de

² Os indicadores de rendimento são: taxas de aprovação, reprovação e abandono escolar.

produtos da agricultura familiar proporcionada pelo PNAE (Lei nº 11.947/2009) influencia positivamente na receita dos estabelecimentos dessa categoria; e ii) a garantia da compra de produtos da agricultura familiar afeta o desempenho escolar e a taxa de abandono dos estudantes das escolas rurais dos municípios brasileiros que recebem esses alimentos.

Para responder a esses questionamentos-hipóteses, no primeiro capítulo realiza-se uma análise sobre os municípios que cumprem (grupo de tratados³) e os que não cumprem (grupo de controle⁴) a Lei nº 11.947/2009 sobre aquisição de alimentos com recursos do PNAE, com o objetivo de verificar se o programa ocasionou uma melhoria na receita agrícola familiar no Brasil. Ademais, ainda se pretende testar se existem efeitos heterogêneos para todas as regiões - Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste.

Visando a estimar a causalidade da política do PNAE sobre a receita dos estabelecimentos de agricultura familiar, e sabendo que a lei não é puramente aleatória, uma vez que existem outros fatores passíveis de estar ligados à decisão de seu cumprimento, emprega-se o modelo quase-experimental de regressão descontínua (RDD) para avaliar o influxo do PNAE sobre a receita agrícola familiar. Desse modo, o efeito causal do programa é estimado com amparo nas observações próximas ao percentual mínimo de 30%, em que o modelo permite que os efeitos encontrados sejam extrapolados para toda a amostra.

No segundo capítulo, testa-se a premissa de que a compra de alimentos da agricultura familiar afeta o desempenho escolar (nota do IDEB) e a taxa de rendimento (taxa de abandono escolar) dos alunos do ensino fundamental das escolas rurais. Assim, o intento é responder sobre os efeitos do PNAE nos resultados educacionais dessas escolas, para o que foi avaliado o efeito do cumprimento da lei sobre a nota do IDEB e a taxa de abandono dos alunos das escolas públicas rurais nos municípios brasileiros. Neste caso, também foi utilizado o método de RDD para verificar se existe descontinuidade entre o grupo de tratado⁵ e o grupos de controle⁶, assim como o efeito da lei sobre as variáveis de resultado.

De modo global, no primeiro segmento, os resultados evidenciam efeitos positivos do programa sobre a receita da agricultura familiar no Brasil, havendo sido o mesmo observado para a região Nordeste. Já para as regiões Norte, Sudeste e Centro-Oeste, o programa não expôs efeitos sobre a receita dos produtores localizados nestas regiões. Quanto à região Sul, as estimativas não exprimiram robustez por meio dos testes realizados.

³ Aqueles que cumprem o percentual mínimo estabelecido em lei (30%).

⁴ Aqueles que não cumprem o percentual mínimo estabelecido em lei (30%).

⁵ Escolas rurais que estão localizadas em municípios que cumprem o percentual mínimo estabelecido em lei (30%).

⁶ Escolas rurais que estão localizadas em municípios que não cumprem o percentual mínimo estabelecido em lei (30%).

No segundo módulo, foram obtidas evidências de que o PNAE tem efeitos sobre a nota do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) dos anos iniciais e finais do ensino fundamental das escolas rurais brasileiras. Em relação às regiões, foram observados efeitos apenas no Nordeste e no Sul, sendo estes para a taxa de abandono (anos finais) e taxa de abandono (anos iniciais), respectivamente.

Por ter assim sucedido, além de acrescentar evidências já em curso sobre a relevância do PNAE, este ensaio contribui com a literatura, especialmente, ao realizar um estudo de natureza quantitativa considerando a relação do PNAE com a agricultura familiar e a alimentação escolar, portanto, analisando o influxo sobre a receita da agricultura familiar brasileira e em cima da nota do IDEB e a taxa de abandono no ensino fundamental das escolas públicas rurais no Brasil.

2 ANÁLISE DO PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR (PNAE) SOBRE A AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL

2.1 Introdução

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) é uma evolução de políticas iniciadas nos anos de 1950, inicialmente conhecido como Programa de Alimentação Escolar, sendo, em sua formalização em março de 1955, denominado de Campanha de Merenda Escolar (CME). Recebeu, com o passar do tempo, outras nomenclaturas, como Campanha Nacional de Merenda Escolar (CNME), 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 como Programa Nacional de Alimentação Escolar. Ao largo dos anos, a lei passou por várias mudanças e, com a alteração de 2009, passou a abranger novos mecanismos: transferência de renda e compra garantida da agricultura familiar (BRASIL, 2017b).

Além dos objetivos nutricionais e da melhoria da qualidade dos indicadores educacionais, com a reestruturação da lei em 2009, o programa passou a estimular a agricultura familiar, beneficiando este grupo de agricultores e suas organizações coletivas (BRASIL, 2017a). Desse modo, o PNAE, além de propiciar uma alimentação adequada e saudável para os estudantes, passou a ser um meio de fortalecimento e garantia de renda para os produtores, beneficiando os agricultores familiares por meio da compra garantida, assim, evidenciando uma articulação entre as políticas de educação e de agricultura (VALADARES *et al.*, 2022).

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 diretamente da agricultura familiar. Desta maneira, 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).

Esses recursos promovem a movimentação econômica nos locais de produção, incorrendo fortemente sobre o emprego e a remuneração do trabalho. A eliminação de intermediários enseja incentivos à atividade agrícola local, circulação de recursos nos

municípios, diversificação da produção e ao surgimento de pequenas cooperativas agroindustriais (ELIAS *et al.*, 2019). Nesse sentido, o PNAE possui relevância, considerado um marco nas políticas públicas, pela sua extensa e contínua história, pela cobertura do público atendido, pelo aperfeiçoamento e avanços, e, especialmente, pelas áreas de interações e intersetorialidade de seus objetivos (GRISA; SCHNEIDER, 2014).

Ainda para enfatizar a importância deste experimento acadêmico, destaca-se a relação entre o PNAE, desde a Lei nº 11.947/2009, e a agricultura familiar (VALADARES *et al.*, 2022). A reformulação do programa, em 2009, estabeleceu princípios e diretrizes no âmbito alimentar quanto à propagação de uma alimentação saudável, com vistas a respeitar a cultura e as tradições, bem como apoiando o desenvolvimento sustentável e a produção na esfera local pela categoria da agricultura familiar (FNDE, 2017).

Portanto, haja vista a alteração da lei do PNAE, em 2009, para incentivar a produção da agricultura familiar e, conseqüentemente, a receita destes estabelecimentos agrícolas, este trabalho tem por objetivo avaliar se este programa impacta a receita dos estabelecimentos de agricultura familiar no Brasil. Além disso, testou-se se há efeitos heterogêneos entre as regiões brasileiras (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste).

Para alcançar esses objetivos, recorreu-se ao método de regressão descontínua (RDD) para estimar os efeitos causais do PNAE (Lei nº 11.947/2009). Ao avaliar o efeito do PNAE (Lei nº 11.947/2009) sobre a receita dos estabelecimentos de agricultura familiar, este ensaio contribui na discussão de programas para o Brasil rural.

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 escrito ora relatado 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, especificamente, sobre o PNAE (Lei nº 11.947/2009), seguida de uma breve discussão dos estudos já realizados. Em seguida, a metodologia denota 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. A título de fecho, conforme o título sugere, são apostas as considerações finais.

2.2 Revisão de Literatura

Nesta seção ficaram expressos os estudos relativos à importância e à evolução da

produção da agricultura familiar no Brasil. Também se discorre acerca de pontos vinculados às políticas públicas para agricultura familiar no Brasil e da Lei nº 1.947/2009, evidenciando as lutas e espaço que essa classe de agricultores conquista *pro rata temporis*. Por conseguinte, tem-se um lábil histórico dos estudos já realizados na temática abordada neste trabalho, no escopo de proporcionar maior compreensão atinente à matéria explanada.

2.2.1 Produção da agricultura familiar no Brasil

A agricultura familiar conforma um tema contendo discussões para os Países-membros da Organização das Nações Unidas (ONU), acreditando-se que essa represente a saída para a produção sustentável de alimentos, sendo destacado o papel fundamental que essa categoria possui para a segurança alimentar e a erradicação da pobreza no mundo. Globalmente, o Brasil recebe destaque por ter um amplo aparato institucional para incentivar a produção familiar, como também reconhecer sua identidade e suas demandas específicas (GRISA; FLEXOR, 2014).

O debate sobre segurança alimentar cresce e o papel fundamental da agricultura familiar revela-se evidente e imprescindível para assegurar à população uma alimentação nutritiva que atenda às necessidades diárias para uma vida ativa e saudável. Esse reconhecimento da agricultura familiar como fonte de melhoria das condições econômicas e sociais de um país ainda é recente, porém, já existe uma concordância por parte dos principais órgãos responsáveis pelo desenvolvimento mundial (FAO⁷, ONU, etc.) de que esta categoria possui um papel fundamental na produção e oferta de alimentos essenciais (GRISA; FLEXOR, 2014).

Dados do Censo Agropecuário de 2017 expressam uma redução de 9,5% na quantidade de estabelecimentos categorizados como de agricultura familiar, em relação ao Censo de 2006. Entre os fatores que contribuem para a diminuição da mão de obra da família e, conseqüentemente, da média de pessoas que ocupam estes estabelecimentos, está o envelhecimento do chefe de família, concomitante com a opção dos filhos por outras atividades fora do domicílio agrícola. Assim, com a média de pessoas ocupadas nos estabelecimentos reduzida, isso tende a impactar no não atendimento aos critérios da lei que estabelece a classe e na desclassificação do estabelecimento da categoria de agricultura familiar (IBGE, 2017).

⁷ Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), é um órgão que tem por intento primordial erradicar a fome e combater a pobreza.

Apesar disso, a agricultura familiar participa expressivamente da produção dos alimentos disponibilizados para o consumo da população brasileira. Dados do Censo Agropecuário de 2017 mostram que, para culturas permanentes, o setor contribui com 48% do valor da produção de café e banana, ao passo que, para as culturas temporárias, é responsável por 80%, 69% e 42% do valor da produção da mandioca, abacaxi e feijão, respectivamente (BRASIL, 2019).

No que concerne à distribuição regional da agricultura familiar, tal fator está ligado ao perfil produtivo, suas características e a maneira como cada região foi atingida pela modernização da agricultura brasileira (DIAS, 2020). Dados do IBGE (2020), divulgados também no último Censo Agropecuário de 2017, exprimem que 76,8% dos estabelecimentos agropecuários e aquicultores nacionais são da agricultura familiar, assim, ocupando 23% do total da área dedicada às atividades agropecuárias.

No âmbito desta realidade, programas governamentais que fomentam a inclusão da produtividade da agricultura familiar no setor econômico beneficiam, não apenas, estes, mas, também, a economia como um todo. Para Costa e Vieira Filho (2018), instrumentos governamentais que têm como intuito incentivar o aumento da produção, provocam influxos positivos na renda, gerando emprego e afetando positivamente a economia brasileira.

Dessa maneira, políticas que estimulem a produção da agricultura familiar fazem-se necessárias. Nas últimas décadas, os governos e idealizadores de políticas públicas, recorrentemente, concedem atenção às ações que culminam no beneficiamento e ampliação da estrutura da produção econômica, juntamente com a organização coletiva dos agricultores familiares. A alteração no PNAE, em 2009, é usada como exemplo disso, uma vez que se mostrou inovador ao unir a produção/oferta de alimentos saudáveis e de qualidade à necessidade (consumo) dos alunos no âmbito municipal, estadual distrital e federal (MACHADO *et al.* (2018). Ainda é válido evidenciar o fato de que, para Elias *et al.* (2019), o PNAE é havido como a terra fértil para a segurança alimentar e o desenvolvimento rural.

2.2.2 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 transitou por diversas fases, sendo por um largo período deixada à margem das atividades governamentais. Somente nos anos de 1990, após movimentos que reivindicaram maior atenção, em virtude da importância do setor, começaram a surgir políticas direcionadas 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, antes vistos como realidade única (CUNHA; FREITAS; SALGADO, 2017).

De tal modo, o PRONAF foi pioneiro no âmbito das políticas públicas para o meio rural brasileiro, assim 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; FREITAS; SALGADO, 2017). Ademais, no governo Lula (2003-2010), foram verificados a continuidade e o crescimento de ações que demandavam 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 estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais (GRISA; FLEXOR, 2014; CUNHA; FREITAS; SALGADO, 2017;).

De modo geral, é verdadeiro expressar-se que as políticas públicas para a agricultura familiar transitaram por três gerações. Grisa e 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 em políticas sociais e assistenciais, com atenção para o campo e a cidade, de sorte que, além do enfoque na produção, enxergou-se, desde então, a necessidade de olhar para a necessidade de combater a miséria e reduzir a desigualdade social no campo. Entrementes, a terceira restou dirigida para a construção de mercados orientados para a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental.

Atualmente, as três gerações estabelecem relações e estão atuantes 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).

O PNAE foi formalizado pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC), em 31 de março de 1955, recebendo o nome de Campanha de Merenda Escolar (CME) e, logo no ano seguinte, por meio do Decreto nº 39.007, de 11 de abril de 1956, foi denominado como

Campanha Nacional de Merenda Escolar (CNME). A fundamentação dessa política pública 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; FREITAS; SALGADO, 2017; BRASIL, 2017b).

Apesar de o programa apoiar a agricultura familiar, por meio da aquisição de produtos para a merenda escolar, somente em 2009 aconteceu a formalização do elo entre o PNAE e a agricultura familiar, oportunidade em que, por meio da Lei 11.947, especificamente no artigo 14, sobrou a exigência de que, no mínimo, 30% dos recursos financeiros repassados pelo FNDE, aos Estados e municípios, para a compra de alimentos para o PNAE, deveriam ser utilizados para a aquisição de gêneros alimentícios oriundos da agricultura familiar e do empreendedor familiar rural ou de suas organizações (GOMES *et al.*, 2021).

Nos últimos anos, essa decisão determinada em lei é expressa como um importante mecanismo de política de inclusão no meio rural, uma vez que insere alimentação adequada e valorização da agricultura familiar, tornando possível a participação desses agricultores na comercialização direta de seus produtos, por meio de processos licitatórios e chamadas públicas. Consequentemente, isso influencia de modo positivo na interação da oferta (incentivando a produção agrícola) com a demanda (consumo desses produtos nas escolas) de produtos advindos da agricultura familiar (FERNANDES; KESSLER, 2019).

2.2.3 Estudos sobre a Lei nº 1.947/2009 - Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)

Gomes *et al.* (2021) realizaram um estudo para analisar se o atendimento das metas previstas no PNAE, com destaque à Lei nº 11.947/2009, ocasionaram impactos na educação da região Nordeste do Brasil. Para isso, com amparo numa 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% 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).

Por meio de um estudo transversal, Machado *et al.* (2018) caracterizaram os municípios brasileiros quanto à compra de alimentos da agricultura familiar pelo PNAE. Os autores observaram que a região Centro-Oeste revelou a menor frequência de municípios

realizando a compra, enquanto a região Sul obteve a maior. 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 com assento em entrevistas, e uma análise quantitativa, tendo como instrumento para exame de impacto a matriz insumo-produto, verificaram as influências 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 privilegiar a heterogeneidade e a pulverização da agricultura familiar no território.

Demais disso, mediante uma abordagem quali-quantitativa, com predominância qualitativa, Cunha, Freitas e Salgado (2017) tencionaram 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 resultados positivos e proporcionado uma nova dinâmica social e econômica ao grupo de agricultores familiares que participaram do programa.

Lourenzani e Cardoso (2019) corroboram os resultados de Cunha, Freitas e Salgado (2017), em termos socioeconômicos, com procedência na 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.

Em geral, ainda são poucos os estudos que analisam o efeito do PNAE (Lei nº 11.947/2009) sobre a produção e, conseqüentemente, em relação à receita da agricultura familiar. Em adição, a literatura da área, em sua maioria, procede a análises restritas a locais específicos e faz uso de métodos qualitativos. Desta maneira, o experimento sob glosa se propõe a estimar o impacto da Lei nº 1.947/2009 sobre a produção da agricultura familiar no Brasil por meio de da metodologia de regressão descontínua (RDD).

2.3 Metodologia

Nessa seção expõem-se os procedimentos metodológicos feitos para o alcance dos

resultados, assim como a estratégia empírica adotada como meio de equacionar e isolar o efeito do PNAE (Lei nº 11.947/2009) sobre a receita da agricultura familiar no Brasil.

2.3.1 Base de dados e variáveis

Para avaliar o influxo do PNAE (Lei nº 11.947/2009) sobre a receita obtida nos estabelecimentos de agricultura familiar no Brasil, estabeleceu-se uma amostra com informações obtidas desde a junção das bases de dados do FNDE e do Censo Agropecuário⁸ realizado pelo IBGE. Utilizam-se dados transversais para 2017, por ser este o ano mais atual que tem informação censitária sobre os estabelecimentos e as atividades do setor rural brasileiro, uma vez que são dados levantados em 2017 e divulgados apenas em 2019. No momento do preparo da base de dados, as variáveis foram coletadas especificamente para os estabelecimentos de agricultura familiar.

Foram excluídos da base os indicativos referentes às capitais brasileiras, tendo como intuito retirar os municípios que não possuem área rural. Além desses, também os municípios com dados faltantes e valores do percentual empregado na aquisição de alimentos da agricultura familiar acima de 100%, pois, segundo a Divisão de Desenvolvimento da Agricultura Familiar do PNAE⁹, esses 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 um total de 5.368 municípios, dos 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 que se encontram na 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 (cumpra a lei, comprando no mínimo 30%) e o de controle (grupos de controle - não cumpra a lei). Sendo assim, tem-se como variável de descontinuidade o valor percentual adquirido da agricultura familiar, por parte de cada um dos municípios, dada a transferência de recursos pelo FNDE.

⁸ O Censo Agropecuário é uma investigação nacional que procura recolher informação sobre os estabelecimentos agropecuários e as atividades agropecuárias neles desenvolvidas. A versão do Censo Agropecuário mais recente é do ano 2017. Geralmente, ocorre a cada 10 anos, e as duas versões anteriores a essa foram em 1996 e 2007.

⁹ Informação concebida pela troca de *e-mail* com a Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo do Ministério da Agricultura (pnae.saf@agricultura.gov.br), na qual encaminhou e foi respondido pelo (didaf@fnde.gov.br).

As variáveis de resultado (produção e receita dos produtores), a seu turno, foram retiradas do Censo Agropecuário e correspondem aos montantes gerados pelas atividades agropecuárias mais comuns entre os agricultores familiares, conforme retratado por Feitosa (2011)¹⁰, a saber: pecuária, lavoura temporária¹¹ e horticultura. De tal sorte, foram coletadas as receitas e a produção 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, Keele e Titiunik (2021), no RDD, além da variável que expressa o recebimento do tratamento, neste caso o cumprimento da Lei nº 11.947/2009, é comum haver um vetor de variáveis explicativas correlacionadas com a variável de interesse, as chamadas covariadas¹².

Nos últimos anos, essa alternativa em desenhos de RDD é utilizada de maneiras diferentes e para distintos fins. Pelo emprego desse mecanismo no modelo é que se testam a 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 entre si, assumindo que a suposição de aleatoriedade do tratamento se mantém.

A utilização de covariadas no RDD, no entanto, é passível de ter outros fins transpondo os testes de falsificação, ou seja, a inclusão destas variáveis explicativas adicionais é capaz visar ganhos de eficiência ou a realização de uma análise da heterogeneidade do efeito de tratamento. Em alternativa, as covariadas são utilizadas para constituir outros efeitos de tratamento de interesse ou para fins de extrapolação (ou seja, validade externa). Isto ocorre, pois, quando são adicionadas, capturam outras características do desenho, tais como localização geográfica, tempo ou identidade de grupo (CATTANEO; KEELE; TITIUNIK, 2021).

Sendo assim, à demanda do ganho de eficiência e 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 quantitativo 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

¹⁰ Nesse estudo apresenta as atividades agropecuárias mais comuns entre os agricultores familiares.

¹¹ Geralmente, com ciclo vegetativo inferior a um ano, diz respeito a culturas de curta ou média duração.

¹² Em muitos estudos observacionais, o objetivo principal do ajustamento por esse meio é a identificação dos efeitos causais.

agrícola e o total de destes que recebem crédito como incentivo. O Quadro 1.1 contém as variáveis com as quais se trabalhou, bem como suas respectivas fontes.

Quadro 1.1 - Informações gerais sobre as variáveis utilizadas. (continua)

Variável	Descrição	Fonte
Variável de descontinuidade		
Percentual	Valor percentual adquirido da agricultura familiar nos municípios, dada a transferência de recursos do FNDE para cada município.	FNDE
Variáveis de resultado		
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).	Censo Agropecuário/IBGE
Receita lavoura temporária	Receitas ou rendas obtidas da lavoura temporária pelos estabelecimentos de agricultura familiar por município (mil reais).	Censo Agropecuário/IBGE
Receita pecuária	Receitas ou rendas obtidas da pecuária pelos estabelecimentos de agricultura familiar por município (mil reais).	Censo Agropecuário/IBGE
Receita horticultura	Receitas ou rendas obtidas da horticultura pelos estabelecimentos de agricultura familiar por município (mil reais).	Censo Agropecuário/IBGE
Variáveis de controle		
Área	Área dos estabelecimentos de agricultura familiar por município (hectares).	Censo Agropecuário/IBGE
Ocupação	Pessoal ocupado em estabelecimentos de agricultura familiar por município (pessoas).	Censo Agropecuário/IBGE
Escolaridade	Número de estabelecimentos de agricultura familiar (unidades) com agricultores que nunca frequentaram a escola por município.	Censo Agropecuário/IBGE
Orientação técnica	Número de estabelecimentos de agricultura familiar (unidades) que recebem orientação técnica por município.	Censo Agropecuário/IBGE
Associado	Número de estabelecimentos de agricultura familiar (unidades) por município que estão associados à cooperativa e/ou à entidade de classe.	Censo Agropecuário/IBGE
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.	Censo Agropecuário/IBGE
Prática agrícola ¹³	Número de estabelecimentos de agricultura familiar (unidades) com atividade agrícola de conservação do solo por município.	Censo Agropecuário/IBGE

¹³ Está variável do Censo Agropecuário se refere as 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.

Variáveis de controle		(conclusão)
Crédito rural	Número de estabelecimentos de agricultura familiar (unidades) por município em que recebem programas (federal, estadual ou municipal) como incentivo.	Censo Agropecuário/IBGE

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da pesquisa.

2.3.2 Regressão descontínua

Thistlewaite e 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, Koolwal e Samad, (2009), descontinuidades na implementação de programas, com apoio em critérios de elegibilidade ou outros fatores exógenos, são suscetíveis de ser muito úteis na avaliação de programas. Observações acima e abaixo do limiar, supondo que sejam semelhantes nas características verificadas, são passíveis de ser distinguidas em termos de resultados. Para, entretanto, assegurar a comparabilidade, as amostras devem estar suficientemente próximas do ponto de corte de elegibilidade, pois a heterogeneidade não observada é capaz de ser um fator se as observações dentro do intervalo de segmentação elegível denotam variação na aceitação 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 expressa no modelo é *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 $X_i < \bar{x}$, onde \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 se identificar o efeito médio local do tratamento, ou seja, é necessário verificar as estimações e realizar os testes de robustez (CALONICO *et al.*, 2019).

Assim como descrito por Lee e 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) e D será representado pela letra T . Como o tratamento é definido de forma 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, exprime-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: $\tau = E[Y_i(1) - Y_i(0)|X_i = 0]$, onde $Y_i(0)$ e $Y_i(1)$ denotam os resultados potenciais para cada unidade sob controle e tratamento. 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 estimacão, 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 as variáveis de ajuste do modelo e ε_i é um 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 controle.

Para Cattaneo, Keele e Titiunik (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 será afetado, de sorte que, para verificação desse pressuposto, faz-se necessário reportar os resultados com os dados ajustados e não ajustados. Portanto, foi estimado 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).

2.3.3 Estratégia empírica

A abordagem metodológica, proposta neste estudo, consiste na regressão descontínua. A modelagem em foco é utilizada quando a probabilidade de receber o tratamento muda de forma descontínua com uma variável (CATTANEO; FRANDSEN; TITIUNIK, 2015). Assim, é fundamental um índice de elegibilidade contínuo e terminante um escore de corte claramente definido para aplicação desse modelo.

Nessa circunstância, a Lei nº 11.947/2009 determina aos municípios a exigência de uma porcentagem mínima de 30% na compra de alimentos para a merenda escolar advindos da agricultura familiar com o recurso do FNDE. Portanto, o percentual dos recursos recebidos do FNDE empregado pelo município em alimentos advindos da agricultura familiar é o que define se ele está cumprindo o que está estabelecido na lei. Assim, municípios que empregam menos de 30% dos recursos na aquisição de itens da agricultura familiar estão descumprindo a lei, ao passo que aqueles que aplicam um percentual igual ou superior a 30% estão de acordo com a lei. *Sic si*, o cumprimento ou descumprimento da lei caracteriza-se como uma regra de elegibilidade ao grupo de tratamento e ao grupos de controle, respectivamente.

Essa caracterização atende à especificação do desenho de regressão descontínua, uma estratégia empírica que permite explorar a descontinuidade em torno do percentual mínimo exigido pela lei, 30% (*cutoff*), de aquisição de itens para a merenda escolar junto aos estabelecimentos da classe de agricultura familiar. Dessa maneira, verificou-se se há um ponto de salto de probabilidade (*cutoff*), que provoca um aumento da receita dos estabelecimentos agrícolas, e, com isso, testou-se a hipótese de que o cumprimento da lei impacta positivamente na receita dos agricultores familiares.

A estratégia visa, portanto, a comparar municípios que estão em torno do *cutoff*, abaixo e acima do limite estabelecido pela lei, e, assim, os grupos de tratamento e controle (contrafactual ao grupo de tratamento) estão próximos ao limiar de 30%. Segundo Pinto (2012), a desvantagem desse método está em estimar um efeito médio do tratamento comparando apenas os indivíduos em torno deste ponto de corte. Foram, porém, no trabalho, realizados os testes de balanceamento próximo ao ponto de corte, para, assim, verificar se o resultado encontrado, ao comparar as observações em torno do ponto de corte, é extrapolado para toda a amostra.

Portanto, esse método enseja uma análise de impacto sobre os programas com ponto de corte ou índice de elegibilidade. A lógica desse método está em explorar a linha de corte onde há grupos por demais semelhantes e a não participação em um dos grupos deve-se a

motivos aleatórios. Sendo assim, na estimação do efeito médio do tratamento, realizou-se uma análise no contexto de municípios para o Brasil e suas regiões, empregando regressões locais lineares com pesos *kernel* triangulares, estimador da matriz de variância-covariância nn^{14} , polinômios de ordem 2 e 3 e para largura de banda ótima a escolha foi *mserd*¹⁵. Todas as estimações e as demais análises deste ensaio são feitas no ambiente de programação R. Especificamente, para calcular o teste de manipulação proposto por Cattaneo, Jansson e Ma (2020) e as regressões descontínuas, são utilizados, respectivamente, os pacotes “*rddensity*” e “*rdrobust*”.

2.3.4 Efeitos heterogêneos e testes

Como mencionado anteriormente, Cattaneo, Keele e Titiunik (2021), ao tratarem da heterogeneidade do efeito de tratamento, evidenciam que outro importante motivo para a utilização de covariáveis em RDD é avaliar se o tratamento tem distintos efeitos para variados subgrupos, onde estes são definidos em termos de valores observados de covariáveis. Portanto, para capturar possíveis efeitos heterogêneos entre as regiões brasileiras, foram realizadas estimações para cada uma das regiões brasileiras (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste).

Quanto aos testes de robustez, foi 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 ressaltar 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 necessidade de manipulação por parte dos municípios.

Ademais, além da análise gráfica de descontinuidade, realizou-se o teste de falsificação/placebo, como recomendado por Cattaneo, Frandsen e Titiunik (2015), bem como se efetivaram os testes de sensibilidade, orientados por Imbens e Lemieux (2008), para verificar a robustez da estratégia de identificação.

2.4 Análise e discussão dos resultados

Nesta seção ficaram expostos os dados estatísticos, a análise exploratória e os testes de

¹⁴ Usado para estimador de variância do vizinho mais próximo robusto para heterocedasticidade com *nnmatch* o número (mínimo) de vizinhos a ser usado.

¹⁵ Um seletor de largura de banda ideal MSE (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

robustez realizados. Desse modo, os resultados estão divididos em quatro subseções, a primeira das quais diz respeito à análise descritiva, a segunda mostra os gráficos do desenho de descontinuidade, a terceira inclui as estimações realizadas e uma breve discussão avaliando os efeitos do PNAE sobre a receita dos estabelecimentos de agricultura familiar, enquanto, na derradeira subseção, tem-se os testes de robustez.

2.4.1 Análise descritiva dos dados

A Tabela 1.1 exprime 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, nas demais variáveis os municípios classificados no grupo de tratamento expressaram médias superiores às dos municípios do grupo de controle.

Essas características são esperadas, uma vez que ter médias maiores no grupo de tratados é capaz de implicar o atendimento ao percentual mínimo estabelecido pela lei, o que, conseqüentemente, é passível de proporcionar efeitos sobre a renda dos produtores. É oportuno evidenciar que a média da escolaridade foi maior para o grupo de controle, implicando 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 onde os agricultores não frequentaram a escola podem dificultar transações que envolvam uma maior expertise com documentos e adesão a programas, como é o caso do PNAE.

Tabela 1.1 – Estatística descritiva das variáveis. (Continua)

	Tratado			Controle		
	Média	Desvio Padrão	Observações	Média	Desvio Padrão	Observações
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Variável de descontinuidade						
Percentual (%)	0,46	0,16	2.593	0,13	0,11	2.775
Variáveis de resultado						
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

Variáveis de resultado						
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
Variáveis de controle						
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

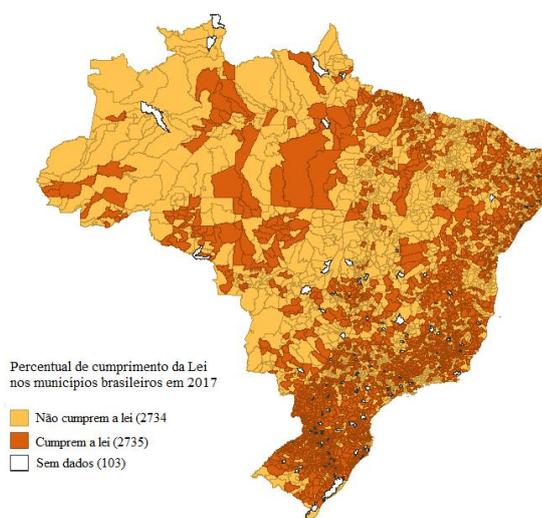
Fonte: Elaborada com base em dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Nota: Em caso de dúvidas sobre as variáveis, consultar o quadro 1.1 - informações gerais sobre as variáveis utilizadas, na seção 2.3.1 (base de dados e variáveis).

Observe-se a distribuição espacial dos municípios que cumprem e os que não cumprem a Lei nº 11.947/2009 pela Figura 1.1. *In hoc sensu*, 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.

A representatividade de municípios das regiões Sul e Sudeste no cumprimento da lei é possível estar relacionada com a escolaridade dos produtores rurais, uma vez que, de acordo com dados do IBGE (2019), disponibilizados pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua), estimou que a região Nordeste, seguida das regiões Norte e Centro-Oeste, mostraram as maiores taxas de analfabetismo, 13,9%, 7,6% e 4,9%, respectivamente. Entrementes, Sudeste e Sul indicaram uma taxa de 3,3%. Assim, tal fato, decerto, é representativo de uma justificativa para maior facilidade em se adequar aos processos burocráticos exigidos na compra de alimentos.

Figura 1.1 – Distribuição espacial dos municípios em relação ao cumprimento e descumprimento da lei.



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

2.4.2 Desenho de regressão descontínua

De acordo com Calonico, Cattaneo e Titiunik (2015), o emprego do método de RDD deve ser precedido de uma análise gráfica, por ser possível 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.

Os gráficos, a seguir, exibem a relação entre as receitas dos estabelecimentos agropecuários e o percentual empregado na aquisição de alimentos da agricultura familiar no Brasil. Especificamente, os Gráficos 1.1A apontam os intervalos de confiança das médias das receitas (total, lavoura temporária, pecuária e horticultura) referentes aos municípios pertencentes aos grupos de controle e tratamento, separadamente. Os Gráficos 1.1B indigitam a dispersão dos dados brutos, com escolha ótima com espaçamento quantil (QS) e imitando a escolha de variância, onde as linhas sólidas vermelhas representam ajustes polinomiais de segunda ordem, usando unidades dos grupos de controle e tratamento, separadamente. Por fim, os Gráficos 1.1C denotam a média amostral com agrupamentos uniformemente espaçados, usando uma banda ótima, com ajustes polinomiais de segunda ordem das unidades dos grupos de controle e tratamento, separadamente.

Dessa maneira, observa-se que, dentre as variáveis de resultado - receita total, receita da lavoura temporária, receita da pecuária e receita da horticultura nos estabelecimentos de

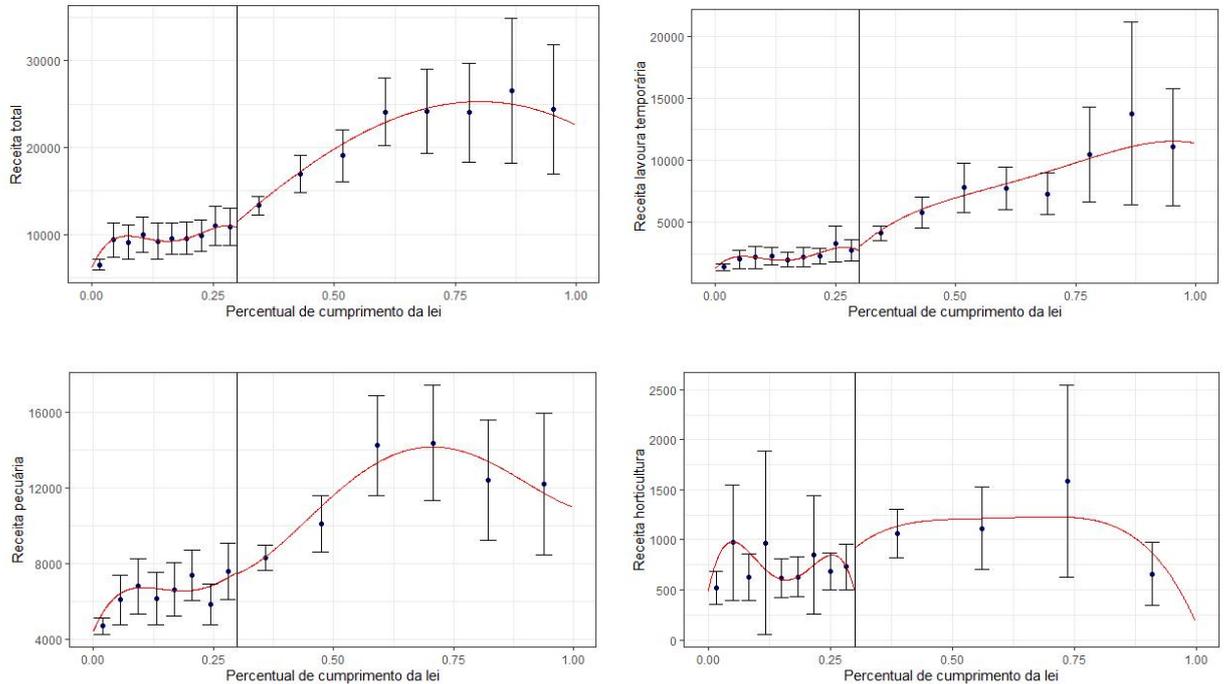
agricultura familiar - somente para a receita da pecuária não se verificou a descontinuidade, nos testes realizados para o Brasil. Para as demais, se notou uma descontinuidade no ponto de corte (30%), uma vez que se observou um salto (na vertical) da linha vermelha no intervalo que contempla as observações nas proximidades, antes e depois, do ponto. 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.

Ademais, a análise gráfica é importante, pois evidencia de modo claro a magnitude do salto na variável de resultado no ponto de corte; além disso, ela concede detectar possíveis *outliers*, capazes de atrapalhar a análise do estudo (LEE; LEMIEUX, 2010). Esse, no entanto, 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.

Quanto às regiões brasileiras, nos Apêndices A, B, C, D, E constam os gráficos realizados para análise de cada variável de resultado. No eixo horizontal dos gráficos, tem-se a porcentagem empregada na aquisição de alimentos da agricultura familiar e, no vertical, a receita dos estabelecimentos agropecuários de agricultura familiar. A região Norte (Apêndice A) denota descontinuidade no ponto de corte (30%) para as variáveis de resultado: receita total, receita pecuária e receita horticultura; somente a receita da lavoura temporária expôs um comportamento diferente, evidenciando uma tendência de queda, porém, sem descontinuidade.

Para as regiões Nordeste (Apêndice B), Sudeste (Apêndice C), Sul (Apêndice D) e Centro-Oeste (Apêndice E), é notória uma descontinuidade, no ponto de corte (30%), para todas as variáveis de resultado, assim, indicando um salto nas observações localizadas antes e depois do ponto e, desse jeito, sugerindo que o PNAE (11.947/2009) tem efeitos sobre as observações localizadas em torno do limiar, ou seja, possui efeito sobre a receita dos estabelecimentos agropecuários de agricultura familiar nessas regiões.

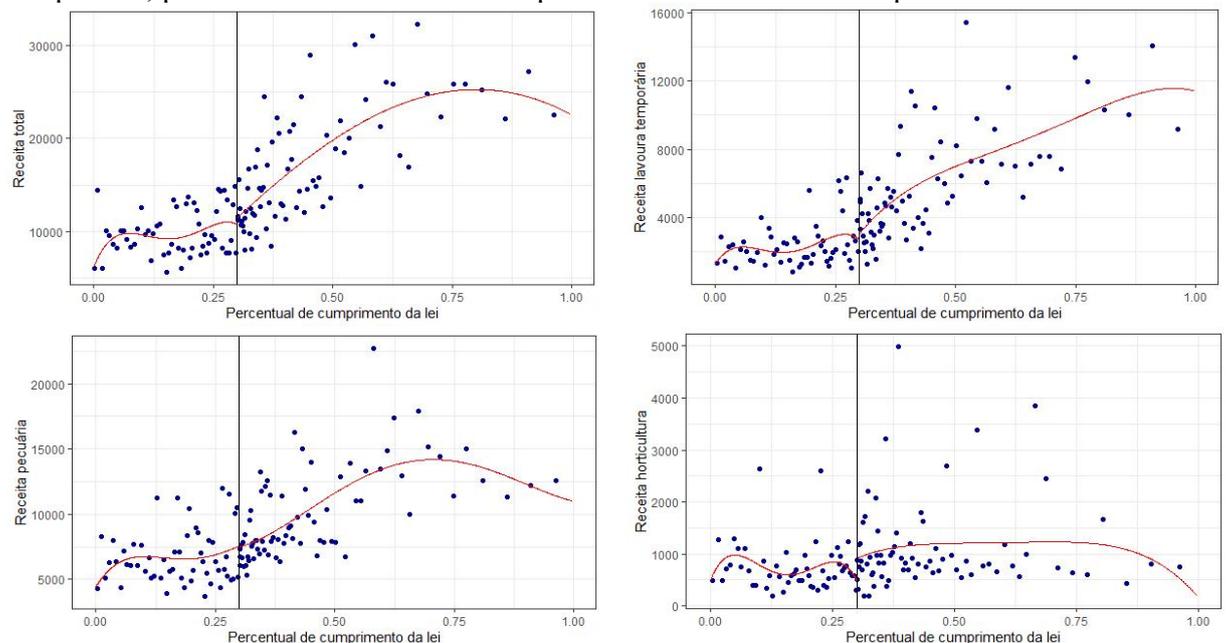
Gráfico 1.1A - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE nas receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para o Brasil.



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

Notas: no eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são os municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

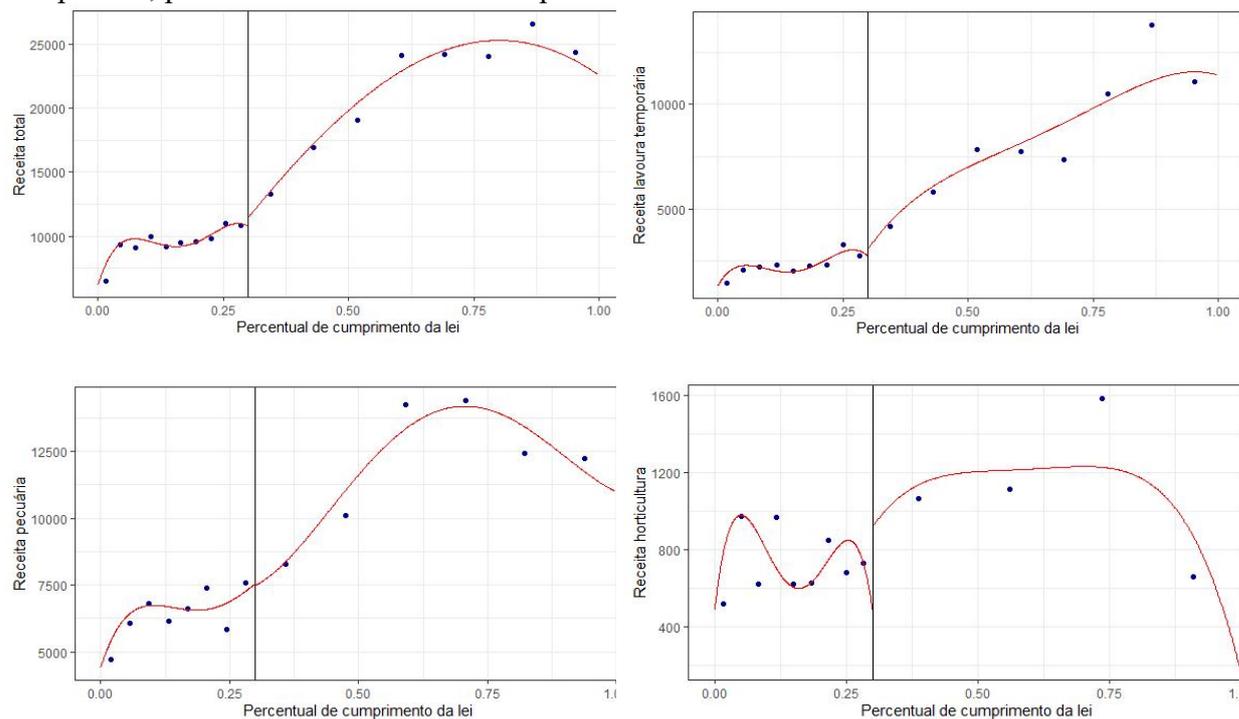
Gráfico 1.1B - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE nas receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para o Brasil - amostra completa.



Fonte: Elaborado com amparo nos dados do FNDE e do Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: no eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são os municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

Gráfico 1.1C - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE nas receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para o Brasil usando a banda ótima.



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

Notas: no eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são os municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

2.4.3 Estimações para o Brasil

À demanda de examinar mais especificamente os resultados encontrados na análise gráfica, e seguindo o que foi expresso na metodologia, foram realizadas estimações do desenho de regressão descontínua sem covariadas e com a inclusão de covariadas, excetuando-se para as receitas oriundas da pecuária, pois, como visto no Gráfico 1.1A, não há descontinuidade para esta variável. Impende evidenciar que a banda ótima utilizada na estimação dos dados para o Brasil está expressa na Tabela F-1.1, que se encontra no Apêndice F, enquanto o teste de densidade está exposto na subseção dos testes de robustez.

Na Tabela 1.2, observam-se os resultados para as estimações 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, é certo se concluir que há evidências de que o PNAE possui impacto sobre 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.

Ainda na Tabela 1.2, encontram-se as estimações com as covariadas, onde, assim como no modelo sem covariadas, os resultados mostram um efeito positivo e significativo, ao nível de 5%, para a receita da lavoura temporária. Assim, garante-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. É lícito ressaltar que foi realizado o teste de balanceamento, exposto na seção dos testes, onde sobrou verificado que os resultados aqui mencionados são válidos, porém a inclusão de variáveis no modelo proporciona maior robustez.

Tabela 1.2 – Estimação do efeito do PNAE sobre a receita dos estabelecimentos agropecuários em 2017 para o Brasil.

Estimação sem covariadas			
Método	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)
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; 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. *Significante a 5%.

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 dos estabelecimentos agropecuários no Brasil. O efeito sobre a lavoura temporária está ligado ao fato de ser uma atividade de grande representatividade para a agricultura familiar no Brasil. Feitosa (2011), em seu estudo sobre

agricultura familiar, aponta essa como sendo a segunda atividade mais comum entre os produtores familiares brasileiros, ficando atrás apenas da criação de aves e da produção de ovos. É necessário ressaltar 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, haja vista que seus produtos tendem a ter maior demanda dentre os produtos que compõem a merenda escolar.

Ainda se evidencia, por oportuno o momento, que, em um comparativo entre os censos de 2006 e 2017, realizado por Valadares (2022), observou-se que, mesmo tendo uma queda na atividade de lavoura temporária nos estabelecimentos de agricultura familiar em 2017, quando se compara 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 mostrados neste estudo.

Com efeito, estada nos resultados encontrados, afirma-se que o PNAE se caracteriza como uma política que tem grande relevância, proporcionando renda para as famílias rurais. Tais 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 a compras diretas da agricultura familiar, isso resultou em efeitos bastantes positivos, impulsionando a movimentação econômica nos locais de produção, e, conseqüentemente, incorrendo em efeitos 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.

2.4.4 Efeitos heterogêneos do PNAE para regiões brasileiras

Haja vista a confirmação da descontinuidade no ponto de corte, partiu-se para a realização da seleção de banda ótima e dos testes de densidade para as regiões brasileiras, os quais se encontram na Tabela F-1.2 do Apêndice F e na subseção dos testes de robustez, respectivamente. Após esses primeiros procedimentos, foram realizadas as estimativas.

Na primeira parte da Tabela 1.3, encontram-se as estimativas, sem as covariadas, realizadas para a região Nordeste, onde é constatado que o 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, foi significativa a 5%, considerando o método de viés corrigido.

Calonico *et al.* (2019), no entanto, recomendam a inclusão de covariadas para

proporcionar maior robustez ao modelo, motivo por que se prosseguiu para as estimações com covariadas. Desse modo, ainda na Tabela 1.3, verificam-se as estimativas para o modelo com covariadas. É notório que, após a adição das variáveis de controle, no que se refere à região Nordeste, o PNAE continuou impactando, positiva e significativamente, ao nível 5%, a receita total (método do viés corrigido) e a receita da horticultura (métodos do viés corrigido e robusto). No tocante às magnitudes dos efeitos, infere-se que o PNAE impacta positivamente na ordem de R\$ 1.654.740,00 e de R\$ 350.031,00, sobre a receita total e sobre a receita de horticultura dos estabelecimentos agropecuários de agricultura familiar nos municípios da região Nordeste que cumprem a lei, respectivamente. Ressalta-se, por ser azado o momento, que o teste de balanceamento, para a região Nordeste, não mostrou significância, indicando, assim, que a adição de variáveis no modelo terá apenas a função de elevar a robustez das estimativas.

Tabela 1.3 – 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 (888,943)	400,457 (348,317)	735,071 (753,827)	307,392 (171,45)
Viés corrigido	1428,065 (888,943)	480,72 (348,317)	696,357 (753,827)	344,218* (171,45)
Robusto	1428,065 (1003,533)	480,72 (382,458)	696,357 (849,256)	344,218 (178,674)
Estimação com covariadas				
Método	Receita total	Receita lavoura temporária	Receita pecuária	Receita horticultura
Convencional	1503,101 (822,874)	446,184 (392,121)	843,975 (667,736)	310,087 (169,261)
Viés corrigido	1654,74* (822,874)	475,136 (392,121)	953,36 (667,736)	350,031* (169,261)
Robusto	1654,74 (926,088)	475,136 (416,13)	953,36 (749,922)	350,031* (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: (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. *Significante a 5%.

Esses resultados apontam a relevância do PNAE para a agricultura familiar na região

Nordeste. Castro e Freitas (2021), ao realizarem uma discussão, com base nos dados do Censo agropecuário de 2017, relataram sobre a expressividade da agricultura familiar na região Nordeste, em que seu universo é composto por 1,8 milhão de estabelecimentos, o que equivale a 36,2% do total de estabelecimentos de agricultura familiar do Brasil, ou seja, a região possui pouco mais de um terço dos estabelecimentos e, conseqüentemente, 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 em grande número de estabelecimentos, o que fundamenta os resultados encontrados para a receita total e a receita da horticultura.

Em relação às regiões, o Norte, Sudeste e Centro-Oeste mostraram comportamento semelhante (Tabela H-1.1 - Apêndice H), tanto para as estimações sem covariadas como para àquelas nas quais foram inseridas as covariadas, apontando que não houve efeito do PNAE sobre as receitas dos estabelecimentos agrícolas destas regiões. Ademais, o teste de balanceamento, para essas regiões, validou a comparabilidade entre os grupos. Já para a região Sul, cujos resultados também se verificam na Tabela H-1.1 (Apêndice H), 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 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.

Conforme expresso anteriormente, na figura referente ao desenho espacial dos municípios, a região Sudeste tem uma parcela significativa de municípios que cumprem a lei, mas, apesar disso, os resultados obtidos pelas estimações não apontaram um efeito do PNAE sobre as receitas dos estabelecimentos agrícolas desta região. Tal fato, certamente, está 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 expressam as menores proporções de área ocupada pela agricultura familiar.

Demais disso, entre os principais problemas enfrentados na região Sudeste estão os preços comercializados, a falta de mão de obra, a logística e a mingua da divulgação referente ao PNAE. Cruz (2017) aponta que existe um entrave relacionado aos preços, pela 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

com os dos produtos processados. Em adição, a distância dos locais de abastecimento, os atrasos na divulgação do edital e lançamentos em períodos de preços baixos, somados à distância dos locais de abastecimentos, afetam a execução do programa.

Isso conduz a se a identificar que, por mais que o Sudeste tenha grande números 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 está, decerto, relacionada ao baixo número de municípios que cumprem a lei. Além disso, tem-se os problemas relacionados à execução do PNAE, que, conforme destacados 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 a falta de assistência técnica.

Quanto ao Centro-Oeste, Paula, Kamimura e Silva (2014) destacam como desafios, especialmente no Estado de Goiás, a resistência relacionada à cultura local para diversificar a produção com vistas a 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 respostas interessantes, no entanto, ante as especificidades de cada região, existem entraves a serem trabalhados para melhorar a execução do PNAE nos municípios brasileiros, sendo válido analisar estes fatores em prol de uma maior efetividade desta política pública.

2.4.5 Testes de robustez

Visando evidenciar a robustez dos resultados encontrados no estudo, nesta seção são apresentados os testes de densidade, de falsificação/placebo e a análise de sensibilidade.

2.4.5.1 Testes de densidade

Como proposto por Cattaneo, Jansson e Ma (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.

De acordo com a Tabela G-1.1 (Apêndice G), observa-se que os resultados para o

Brasil evidenciam uma possível manipulação nos dados, uma vez que relataram significância ao nível de 5%. 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 exprimiram o mesmo comportamento verificado para o Brasil.

Isso é observado, também, graficamente, por meio da Figura G-1.1 (Apêndice G), onde são mostrados os histogramas contendo as observações localizadas abaixo e acima do ponto de corte. Assim, visualiza-se que, para os resultados que exibiram evidências estatísticas de uma possível manipulação, os intervalos de confiança não cobrem o salto das observações onde ocorre o ponto de corte (30%).

Haja vista os resultados encontrados, é válido ressaltar que McCrary (2008), o desenvolvedor do teste de densidade, aponta que o teste falhar em algumas situações. Em alguns casos, a existência do programa induz 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 uma falha de identificação. Assim, nesses casos, 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 se faz 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 seria configurado como uma manipulação positiva aplicada para toda a amostra. Sendo assim, esse é, provavelmente, 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, apenas, 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.

2.4.5.2 Testes de falsificação / Placebo

Segundo Cattaneo, Frandsen e Titiunik (2015), as covariadas são predeterminadas ou covariadas placebo. No segundo caso, mesmo determinadas após a atribuição da intervenção, elas não afetam o tratamento, onde, dado o conhecimento técnico e teórico, este é o caso do ensaio ora sob relação.

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

Assim, a Tabela 1.4 ajunta os resultados do teste de balanceamento realizado para as amostras que apontaram estimativas significantes, conforme está 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 o de tratamento, tanto para o Brasil quanto para a região Nordeste, confirmando que os grupos são comparáveis.

Tabela 1.4 – Teste de balanceamento de covariadas para o Brasil e região Nordeste. (Cont).

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	148,16

Tabela 1.4 – Teste de balanceamento de covariadas para o Brasil e região Nordeste.

Covariadas	(conclusão)	
	Efeito RD - Brasil	Efeito RD - Nordeste
	(0,063)	(0,121)
Crédito rural	2,325	7,01
	(0,168)	(0,056)

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

Notas: Balanceamento das covariadas. p-valor entre parênteses. *Significante a 5%.

Nos resultados expostos na Tabela I-1.1 (Apêndice I), tem-se que, 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 o de 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.

2.4.5.3 Análise de sensibilidade

Ainda sobre a robustez dos dados encontrados, Imbens e Lemieux (2008) recomendam realizar estimações em pontos abaixo e acima do ponto de corte. Desse modo, estimou-se o mesmo modelo¹⁶ 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 foi realizada para a amostra do Brasil e da região Nordeste, considerando apenas as variáveis que se mostraram estatisticamente significantes.

Na Tabela 1.5, 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, levando-se em conta as variáveis receita total e receita da horticultura. Logo, é verdadeiro asserir 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.

¹⁶ Regressões locais lineares com pesos *kernel* triangulares, estimador da matriz de variância-covariância *nn*, polinômios de ordem 2 e 3 e largura de banda ótima *mserd*.

Tabela 1.5 – 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 suporte em indicadores do FNDE e do Censo Agropecuário/IBGE.

Nota: p-valor entre parênteses. *Significante a 5%.

2.5 Considerações Finais

O PNAE tem como finalidade melhorar o aprendizado e o rendimento dos alunos, por meio da qualidade da alimentação dos estudantes. E, em 2009, após o advento da Lei 11.947/2009, o PNAE também passou a incentivar a agricultura familiar, com esteio na determinação de que pelo 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.

Ex positis, este experimento examinou os efeitos do PNAE sobre a receita dos estabelecimentos de agricultura familiar no Brasil e em suas regiões, especificamente, a receita das principais atividades da agricultura familiar, ou seja, receitas total, da lavoura temporária, da pecuária e aquela 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 seus municípios, sendo esta a única a exibir estimativas significantes. Acredita-se que esse dado está relacionado à grande expressividade dessa atividade nas organizações familiares do País.

Para as regiões brasileiras, ademais, 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 ofereceu efeitos significativos, fato denotativo da existência de regionais diferenças, indicando que a implantação da política deve considerar essas disparidades regionais.

À vista disso, é necessário realizar ajustes no desenho da política, procurando melhorar os pontos que se mostram falhos na execução do PNAE. Assim, com vistas à ampliação do efeito do programa sobre a receita dos estabelecimentos, sugere-se rever sua aplicação, levando em consideração as dificuldades mostradas pelos produtores de acordo com a região. Destacam-se como principais a precificação dos produtos, a ampliação de informações sobre o programa, a assistência técnica e o aumento no índice de compra por parte do Governo.

Observa-se, a modo de remate, que o PNAE é uma política importante, tendo efeitos sobre a receita dos estabelecimentos de agricultura familiar, sendo preciso, portanto, destacar a relevância do programa para a agricultura, onde, entre os benefícios para as famílias, estão o incentivo ao cultivo local e a continuação da atividade agrícola, incentivando a permanência dessas pessoas no campo e o aquecimento da economia local, com amparo na geração de renda.

3 AQUISIÇÃO DE PRODUTOS DA AGRICULTURA FAMILIAR NA MERENDA ESCOLAR E SEUS EFEITOS NOS RESULTADOS EDUCACIONAIS EM ÁREAS RURAIS

3.1 Introdução

Entre os fatores que influenciam na capacidade de uma pessoa, os efeitos de uma boa nutrição chamam a atenção de pesquisadores, tornando-se pauta de estudos na senda da formação de habilidades. Cunha, Leite e Almeida (2015) destacam a importância da nutrição desde o começo da vida, que o foco nessas ações faz aumentar as possibilidades de a criança ter uma vida saudável e produtiva no futuro e, conseqüentemente, fortalecer famílias e comunidades, contribuindo para a quebra do ciclo intergeracional da pobreza¹⁷. Para Kroth, Geremia e Mussio (2020), existe uma relação entre nutrição e desempenho cognitivo, pois uma boa nutrição gera saúde, e, por sua vez, colabora com um melhor desempenho educacional.

O modelo de Grossman (1972), de demanda por saúde, expressa que as pessoas herdam um estoque inicial de saúde, em que se deprecia com a idade e é aumentada por meio de investimento, em que a alimentação saudável é uma modalidade de investimento, visando a benefícios no futuro em termos de um maior número de saudáveis dias. Assim, entre os benefícios de uma alimentação de qualidade, estão o efeito positivo na disposição, no fortalecimento do sistema imunológico, no aumento da memória e da concentração e, conseqüentemente, na capacidade cognitiva.

Cunha e Heckman (2007) descrevem que o desenvolvimento de habilidades de uma pessoa humana acontece ainda na fase infantil, sendo composta por três tipos: a cognitiva (inteligência individual), a não cognitiva (se refere a características como autocontrole, paciência, motivação) e as físicas e mentais (relacionadas a saúde física e mental). Assim, fica evidente a importância de políticas que propiciem condições que favoreçam o desenvolvimento dessas habilidades, tendo em vista que isso impacta na formação da sociedade que irá contribuir para o desenvolvimento de melhorias no País.

Ainda é conveniente referir que, dentre os fatores que influenciam no desempenho e rendimento escolar, tem-se a renda. Soares, Razo e Fariñas (2006) relatam sobre as diferenças vivenciadas pelas crianças que residem em áreas rurais no Brasil, sobretudo, destacando os pontos socioeconômicos, os quais são inferiores em relação às crianças das cidades. Amini e Nivorozhkin (2015), quando cuidam dos *backgrounds* dos estudantes, também relatam sobre

¹⁷ Para mais detalhes, ver Bird (2007).

as diversidades relacionadas aos fatores econômicos.

Nesta contextura, o PNAE, criado em 1954 pelo Ministério da Saúde, e implantado em 1955 pelo Ministério da Educação e Cultura por meio do Decreto nº 37.106/55, desempenha importante função, contribuindo com a nutrição dos estudantes matriculados na educação básica das redes públicas federal, estaduais, distrital e municipais, tendo como objetivo auxiliar no crescimento e no desenvolvimento biopsicossocial, na aprendizagem, no rendimento escolar e na formação de hábitos alimentares saudáveis. Além dos objetivos nutricionais e a melhoria da qualidade dos indicadores educacionais, após a Lei nº 1.947/2009, o programa visa a estimular a agricultura familiar, beneficiando esse grupo de agricultores e suas organizações coletivas (BRASIL, 2017; BRASIL, 2018; SIDANER; BALABAN; BURLANDY, 2013).

Com efeito, PNAE oferece dois importantes mecanismos: 1) merenda de melhor qualidade e nutritiva, além de menos industrializada; 2) aumento de renda do produtor, o que beneficia a família e, por conseguinte, o filho do produtor rural. Além desses dois mecanismos, no caso das escolas rurais, tem-se a proximidade com os agricultores, propiciando a chegada dos alimentos mais frescos e produzidos no próprio ambiente familiar dos estudantes.

Portanto, com suporte nos objetivos do PNAE, dentre eles, contribuir com os indicadores educacionais e melhorar a renda dos produtores via compra garantida; e dada a causalidade com o desempenho e rendimento escolar, este escrito tem por objetivo mensurar seu impacto sobre os resultados educacionais nas escolas rurais do Brasil. Este capítulo, portanto, intenta contribuir com a literatura sobre os efeitos do PNAE, desde a compra mínima de 30% de alimentos da agricultura familiar, instituída com a Lei nº 11.947 de 2009, sobre o desempenho (nota do IDEB) e a taxa de rendimento (abandono) escolar dos alunos, dando ênfase aos estabelecimentos escolares rurais. A escolha das escolas rurais deve-se à hipótese de que os estudantes estão sendo beneficiados por duas vias, tanto pelo fato de receberem alimentos de qualidade, como pela melhoria na renda da família.

Além disso, é válido destacar que a literatura sobre os fatores que contribuem para o aprendizado dos estudantes é extensa. A Função de Produção Educacional (FPE) especifica uma série de *inputs*, que incluem as características observáveis e não observáveis dos alunos, de seus componentes familiares e da escola que frequentam, o que também engloba a questão alimentar e nutricional. Poucos, entretanto, são estudos que analisam o desempenho e o rendimento escolar em situações específicas relacionadas à localização, ou seja, que considerem o aspecto censitário, o meio rural, deixando à margem as características

específicas relacionadas ao contexto social dessas pessoas (RODRIGUES, 2017).

Desse modo, para analisar o impacto da lei sobre o desempenho escolar, utiliza-se a estratégia de regressão descontínua (RDD), por considerar o *cutoff* de 30% estabelecido pela lei como aquisição mínima com recursos do FNDE.

Além desta introdução, este segmento possui mais quatro seções. A revisão de literatura consiste na explanação sobre os fatores relacionados aos resultados educacionais, as escolas rurais e o PNAE, seguindo-se breve subseção dos estudos já realizados. À continuidade, a metodologia oferece informações relativas à base de dados e ao método utilizado. Logo depois, os resultados e discussão perfazem o cumprimento do objetivo proposto pelo estudo. Ao cabo, vêm as considerações finais, com uma síntese bem ligeira do que foi exibido no correr do ensaio.

3.2 Revisão de Literatura

Esta seção exprime uma lável revista da literatura e está subdividida em duas subseções, começando pelos fatores associados à nutrição e que possuem relevância para o desempenho educacional; além disso, trata do PNAE e sua importância nesse contexto, tendo-se como fecho os estudos publicados com relação à matéria.

3.2.1 Fatores associados aos resultados educacionais, as escolas rurais e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)

Quando se cuida do desenvolvimento das pessoas nas relações sociais na contemporaneidade, remansa indispensável fazer referência à educação. O acesso à escola é um dos direitos, proporcionado pelo Estado, de que o cidadão deve dispor, sendo este entendido como modo de superação dos riscos sociais e inclusão das famílias em situações de vulnerabilidade (JULIÃO; CHEIN, 2015).

Na concepção de Rodrigues (2017), o sucesso de uma política educacional está ligado ao equilíbrio entre investimentos financeiros e desenvolvimento de um ambiente que assista ao aprendizado de maneira igualitária, reconhecendo as condições socioeconômicas dos alunos, as quais denotam realidades diferentes no meio rural e urbano, por exemplo. Amini e Nivorozhkin (2015), ao analisarem as diferenças entre as escolas rurais e urbanas na Rússia, verificaram expressiva disparidade nos *backgrounds* dos estudantes, em que os alunos de escolas rurais tendem a ter condições socioeconômicas menores se comparados aos escolares

que vivem em áreas urbanas. Soares, Razo e Fariñas (2006), também, relatam sobre essa diferença, indicando que as crianças habitantes de áreas rurais no Brasil têm origem socioeconômica inferior em relação aos meninos das cidades.

Dentre os fatores que impactam no aprendizado, e que está intimamente ligado às condições socioeconômicas, está a nutrição (ADELMAN; GILLIGAN; LEHRER, 2008). Com os dividendos da experiência do programa *National School Lunch Program* (NSLP), desenvolvido nos Estados Unidos em 1946 para alimentação escolar, criou-se no Brasil a Campanha de Merenda Escolar (CME) em 31 de março de 1955, o que hoje é denominado de PNAE (CUNHA; FREITAS; SALGADO, 2017; BRASIL, 2017).

Entre os programas relacionados à alimentação escolar, Grisa e Schneider (2014) citam o PAA e o PNAE como os que fazem parte da 3ª Geração de políticas para a agricultura familiar, ambos sendo programas que, além do viés nutricional, estimulam a produção de alimentos da agricultura familiar.

Nesta circunstância, o PNAE possui um importante papel na contribuição com a nutrição dos alunos, tendo por objetivo auxiliar no crescimento e no desenvolvimento biopsicossocial, na aprendizagem, no rendimento escolar e na formação de hábitos alimentares saudáveis. Além dos objetivos nutricionais e da melhoria da qualidade dos indicadores educacionais, o programa estimula a agricultura familiar, beneficiando esse grupo de agricultores e suas organizações coletivas (BRASIL, 2017).

Quando a pessoa tem uma base com alimentação balanceada e saudável, isso proporciona um bom desenvolvimento e habilidade de aprendizado, assim como capacidade física, atenção, memória, concentração e diligência necessárias para trabalhar o cérebro (GOMES *et al.*, 2021). Com isso, Kroth, Geremia e Mussio (2020) reforçam a relevância do PNAE, destacando a importância do programa não apenas na contribuição da melhoria da saúde dos alunos, mas, também, no adjutório ao desenvolvimento cognitivo.

É oportuno ressaltar que, pelo PNAE, a alimentação escolar passou a agregar os produtos da sociobiodiversidade, impactando na perspectiva da segurança alimentar e nutricional, de modo que a produção regional é valorizada, os hábitos e culturas alimentares são resgatados, conduzindo ao fortalecimento das comunidades tradicionais, bem assim diversificando a alimentação nas escolas (BRASIL, 2015).

Conforme concebem Gomes *et al.* (2021), o PNAE possui um importante papel na melhoria do desempenho escolar, pois alunos que têm oportunidade de ter uma alimentação mais saudável obtêm resultados melhores em comparação com os que não dispõem das mesmas condições, assim, evidenciando que a alimentação possui interferência no

desenvolvimento cognitivo, e qualquer deficiência nutricional tende a acarretar problemas na concentração do estudante.

Ex expositis, PNAE é um programa responsável pela promoção de identidades alimentares que melhora a renda dos produtores rurais, colaborando com o aprendizado por meio da alimentação digna e saudável oferecida aos estudantes, expressando-se como uma política pública no combate à fome e à desnutrição no Brasil, inclusive, sendo espelho para os países da América Latina (BRASIL, 2022).

3.2.2 A literatura empírica sobre a Lei nº 1.947/2009 - Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e o desempenho escolar dos estudantes

Para Gomes *et al.* (2021), estudar o impacto do PNAE é primordial. Segundo eles, nos municípios onde a lei foi cumprida, os alunos obtiveram maior taxa de aprovação no ensino fundamental, menor abandono escolar, menor distorção escolar e maior nota no IDEB, evidenciando que o programa tem influxo positivo no desempenho escolar dos alunos.

Ramos *et al.* (2022), com esteio numa avaliação quase-experimental de impacto (RDD), analisaram a relação entre o cumprimento do PNAE (Lei 11.947/2009) e o IDEB dos municípios brasileiros em 2017, havendo concluído que, especialmente para os municípios de média dimensão (50.000 a 100.000 habitantes), a oferta de uma dieta variada e saudável melhorou os indicadores educacionais e o desenvolvimento dos mercados locais mediante a aquisição de produtos da agricultura familiar para a alimentação escolar.

Com amparo em um estudo de cunho teórico e referencial sobre o PNAE, Seminotti (2021) compreendeu a origem e o histórico do Programa, o que lhe possibilitou refletir sobre a implantação e os benefícios para os agricultores familiares e estudantes (consumidores dos produtos). Desse modo, Seminotti (2021) concluiu que o PNAE é uma política que se agrega às já existentes, como, por exemplo, o PRONAF, para o incentivo da agricultura familiar, promovendo o fortalecimento da produção e comercialização.

Quanto às unidades escolares, Seminotti (2021) observou que o programa reúne qualidade aos alimentos oferecidos na merenda, sendo promotor de condições mais adequadas para melhoria do desempenho e aprendizado na educação básica brasileira, isso considerando que os produtos da agricultura familiar são mais saudáveis.

Kroth, Geremia e Mussio (2020) analisaram o PNAE como uma Política Pública Saudável (PPS) e evidenciaram que o programa coopera para a promoção da saúde, sendo compreendido como uma PPS. Por articular ações de variados setores, a política torna-se mais

efetiva e eficiente, dando azo a resultados positivos transpondo a saúde e influenciando na maximização dos retornos para toda a sociedade.

Na literatura internacional, também, há estudos sobre os efeitos da alimentação no desempenho escolar. Metwally *et al.* (2020), por meio de um estudo quase experimental, examinaram as influências do programa nacional egípcio de alimentação escolar no crescimento, desenvolvimento e aproveitamento escolar das crianças. Os resultados mostram que as crianças que receberam a refeição durante os cinco anos de experimento, obtiveram bons resultados, entre eles, um maior desempenho acadêmico, quando comparadas ao grupo de controle.

Em geral, veem-se na literatura muitas pesquisas a respeito do impacto da alimentação escolar no desempenho dos alunos. Como observado, porém, não se encontram estudos que tratam do impacto do PNAE sobre o desempenho e rendimento escolar, dando especificidade às escolas rurais, onde, possivelmente, existe maior quantidade de alunos em situação de vulnerabilidade e não dispõem de uma alimentação devidamente nutritiva. Sendo assim, este estudo pretende sanar essa lacuna, realizando um corte para as unidades de ensino localizadas nas áreas rurais.

3.3 Metodologia

Neste segmento, estão expostos os procedimentos metodológicos feitos para o alcance dos resultados, assim como a estratégia empírica adotada como meio de equacionar e isolar o impacto do PNAE (Lei nº 11.947) sobre o desempenho escolar (nota do IDEB) e a taxa de abandono dos estudantes de escolas rurais.

3.3.1 A fonte e a descrição dos dados

Para avaliar o impacto do PNAE (Lei nº 11.947) sobre o desempenho e o rendimento dos alunos de escolas rurais, são necessários dados de abrangência nacional que contenham informações sobre as escolas e seus alunos, dos anos iniciais e finais do ensino fundamental, que estão localizadas em municípios rurais. Portanto, constituiu-se uma amostra com informações assentes na junção das bases de dados do FNDE e do Instituto Nacional de Estudos e Investigação Educacional Anísio Teixeira (INEP)¹⁸. Assim como no primeiro capítulo, neste, também, foram empregados indicadores de corte transversal para o ano de

¹⁸ Mais informações em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos>

2017. As variáveis foram coletadas especificamente para as escolas públicas rurais, com situação ativa e que recebem alimentação escolar - PNAE/FNDE.

Com relação à variável valor percentual adquirido da agricultura familiar, foram excluídas as observações que apontavam um percentual superior a 100%¹⁹ empregado na aquisição de alimentos da agricultura familiar. Os dados contemplam todas as escolas rurais de cada município brasileiro; como o valor percentual da aquisição de produtos da agricultura familiar pelo município está na fronteira, cada escola recebeu o valor percentual correspondente ao seu município. Assim, a amostra tem um total de 54.752 escolas, das quais 13.438 são da região Norte, 29.769 da região Nordeste, 6.033 da região Sudeste, 3.975 da região Sul e 1.537 da região Centro-Oeste.

A escolha das variáveis do modelo 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 provenientes da agricultura familiar, configurando, assim, dois grupos: o de tratado (escolas localizadas em municípios que cumprem a lei, comprando no mínimo 30%) e o de controle (escolas situadas em municípios que não cumprem a lei). Sendo assim, a variável de descontinuidade é o valor percentual adquirido da agricultura familiar, por parte de cada um dos municípios, dada a transferência de recursos pelo FNDE.

No que se refere às variáveis de resultado (IDEB anos iniciais, IDEB anos finais, taxa de abandono anos iniciais, taxa de abandono anos finais), a escolha das observações para os anos iniciais²⁰ e finais²¹ justifica-se, principalmente, por ser uma análise das escolas rurais, e, conforme retrata Rodrigues (2017), em áreas rurais no Brasil, em sua maioria, é ofertado somente o ensino fundamental.

Cattaneo, Keele e Titiunik (2021) recomendam o uso de covariadas para o ganho de eficiência. Esse mecanismo dá ensejo ao ajustamento, sendo possível testar falsificação e/ou validação. Na abordagem de randomização local, tais variáveis são utilizadas para selecionar a janela em torno do ponto de corte, onde os elementos tratados e de controle são semelhantes entre si, e, assim, a suposição de aleatoriedade do tratamento se mantém.

Portanto, neste estudo, são considerados, além das variáveis de descontinuidade e resultado, outros fatores relacionados às características dos alunos e das escolas: o número de

¹⁹ Segundo a Divisão de Desenvolvimento da Agricultura Familiar do PNAE, esses 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.

²⁰ Refere-se do 1º ao 5º ano do ensino fundamental.

²¹ Refere-se do 6º ao 9º ano do ensino fundamental.

matrículas, a média de aluno por turma, o total de funcionários, o número de turmas e de docentes, bem como se a escola tem computador. No Quadro 2.1, estão as variáveis com as quais aqui se operou, bem como suas respectivas fontes.

Quadro 2.1 - Informações gerais sobre as variáveis utilizadas.

(Continua)

Variável	Descrição	Fonte
Variável de descontinuidade		
Percentual	Valor % adquirido pela agricultura familiar nos municípios.	FNDE
Variáveis de resultado		
IDEB ²² AI	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) por escola pública (rural), no nível de ensino fundamental (anos iniciais).	Censo da Educação Básica 2017-INEP/MEC
IDEB AF	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) por escola pública (rural), no nível de ensino fundamental (anos finais).	Censo da Educação Básica 2017-INEP/MEC
Tx de abandono ²³ AI	Taxas de rendimento escolar - abandono (%) por escola pública (rural), no nível de ensino fundamental (anos iniciais).	Censo da Educação Básica 2017-INEP/MEC
Tx de abandono AF	Taxas de rendimento escolar - abandono (%) por escola pública (rural), no nível de ensino fundamental (anos finais).	Censo da Educação Básica 2017-INEP/MEC
Variáveis de controle		
Matrícula AI	Número de matrículas no ensino fundamental (anos iniciais) por escola pública (rural).	Microdados do Censo da Educação Básica 2017-INEP/MEC
Matrícula AF	Número de matrículas no ensino fundamental (anos finais) por escola pública (rural).	Microdados do Censo da Educação Básica 2017-INEP/MEC
Aluno/turma AI	Média de alunos por turma da educação básica - Ensino fundamental (anos iniciais) - Escola pública (rural)	Censo da Educação Básica 2017-INEP/MEC
Aluno/turma AF	Média de alunos por turma da educação básica - Ensino fundamental (anos finais) - Escola pública (rural)	Censo da Educação Básica 2017-INEP/MEC
Funcionários	Total de funcionários da escola (inclusive profissionais escolares em sala de aula) por escola pública (rural).	Microdados do Censo da Educação Básica 2017-INEP/MEC

²² Indicador que mede a qualidade da educação básica no Brasil. Ele varia em uma escala de 0 a 10 e sintetiza dois importantes resultados na educação - a aprendizagem e a aprovação - ou seja, quanto maiores forem a aprendizagem (avaliada pelos resultados dos estudantes no SAEB) e o número de alunos aprovados (medido pela taxa de aprovação), maior será o IDEB da escola.

²³ Mede a quantidade de alunos que não concluíram a série que cursavam, em razão de excesso de faltas, nos municípios rurais e urbanos.

Quadro 2.1 - Informações gerais sobre as variáveis utilizadas.

(conclusão)

Variável	Descrição	Fonte
Variáveis de controle		
Turmas AI	Número de turmas de ensino fundamental (anos iniciais) por escola pública (rural).	Microdados do Censo da Educação Básica 2017-INEP/MEC
Turmas AF	Número de turmas de ensino fundamental (anos finais) por escola pública (rural).	Microdados do Censo da Educação Básica 2017-INEP/MEC
Docentes AI	Número de docentes do ensino fundamental (anos iniciais) por escola pública (rural).	Microdados do Censo da Educação Básica 2017-INEP/MEC
Docentes AF	Número de docentes do ensino fundamental (anos finais) por escola pública (rural).	Microdados do Censo da Educação Básica 2017-INEP/MEC
Computador	<i>Dummy</i> com 1 indicando que a escola tem computador para uso técnico e administrativo; 0 caso contrário.	Microdados do Censo da Educação Básica 2017-INEP/MEC

Fonte: Elaboração própria, com amparo nos dados da pesquisa.

3.3.2 Estratégia empírica

No modelo de regressão descontínua, como descrito por Lee e Lemieux (2010), o tratamento é denotado pela variável *dummy* $D \in \{0,1\}$, onde $D=1$ se $X \geq \bar{x}$ e $D=0$ se $X < \bar{x}$. Em que \bar{x} representa o *cutoff* (o qual, neste artigo é 30%, dada a determinação da lei). 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 do modelo pode ser *fuzzy* ou *sharp*, sendo este, o segundo, o caso deste estudo, em que a participação é uma função determinística de X_i , isto é, $T = 1$ se $X \geq \bar{x}$, e $T = 0$ se $X < \bar{x}$, onde \bar{x} o ponto de corte (*cutoff*) e o salto na probabilidade de participação é de 0 para 1; porém, ter a descontinuidade na probabilidade de participação em X_i igual a \bar{x} , não é suficiente para se identificar o efeito médio local do tratamento, sendo necessário realizar as estimações e os testes de robustez (CALONICO *et al.*, 2019).

Para Cattaneo, Frandsen e Titiunik (2015), a modelagem de regressão descontínua é utilizada quando a probabilidade de receber o tratamento muda de maneira descontínua, evidenciando a necessidade de um índice de elegibilidade contínuo e um escore de corte claramente definido. Desse modo, desde a Lei nº 11.947/2009, sobrou determinado aos

municípios a exigência de que, no mínimo, 30% dos recursos do FNDE devem ser alocados na compra de alimentos escolares advindos da agricultura familiar, o que se caracteriza como uma regra de elegibilidade ao grupo de tratamento (escolas rurais que fazem parte de municípios que cumprem a lei - comprando o mínimo estabelecido) e controle (escolas rurais que fazem parte de municípios que descumprem a lei - não comprando o mínimo estabelecido em lei).

A partir dessa estratégia empírica, explora-se a descontinuidade em torno do percentual mínimo exigido pela lei, 30% (*cutoff*), de aquisição de produtos da agricultura familiar para merenda escolar. Deste modo, se verificou se há um ponto de salto de probabilidade, que provoca um aumento no desempenho e rendimento escolar dos alunos do ensino fundamental de escolas públicas rurais, e, com isso, testou-se a hipótese de que o cumprimento da lei impacta sobre essas variáveis. Assim, o parâmetro de interesse é o efeito médio do tratamento no corte: τ .

Nesse *status quo*, as estimações foram aplicadas de acordo com os métodos de estimativa dos estudos de Calonico *et al.* (2017), onde o tratamento é definido de maneira determinística, ou seja, todas as escolas localizadas em municípios acima ou igual ao ponto de corte são do grupo de tratado e todas aquelas abaixo são do grupo de controle. Assim, tem-se um desenho de regressão descontínua do tipo *sharp*, consoante se representa por meio desta equação (1):

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

onde Y_i é a variável de interesse do modelo, isto é, IDEB (anos iniciais) na primeira estimação, IDEB (anos finais) na segunda, taxa de abandono (anos iniciais) na terceira e a taxa de abandono (anos finais) na quarta, todas essas variáveis sendo para o nível fundamental das escolas públicas rurais; T_i se refere ao tratamento, e assume valor igual a 1, caso a escola esteja localizada em um município que cumpra a lei, e 0, caso contrário; X_i , indica a variável de execução (percentual); Z_i indica as variáveis de ajuste do modelo e ε_i é um termo de erro. O impacto estimado ($\tilde{\tau}$) é a diferença entre os limites dessas regressões à esquerda e à direita do *cutoff*.

Sendo assim, na estimação do efeito médio do tratamento, realizou-se uma análise no plano de escolas rurais para o Brasil e suas regiões, empregando regressões locais lineares

com pesos *kernel* triangulares, estimadores da matriz de variância-covariância nn^{24} , polinômios de ordem 2 e 3 e para largura de banda ótima a escolha foi *mserd*²⁵. Todas as estimações e as demais análises deste ensaio são feitas no ambiente de programação R. Especificamente, para calcular o teste de manipulação proposto por Cattaneo, Jansson e Ma (2020) e as regressões descontínuas, são utilizados, respectivamente, os pacotes “*rddensity*” e “*rdrubust*”.

Ademais, foram realizados os testes de robustez, além da análise gráfica de descontinuidade, o teste de densidade desenvolvido por McCrary (2008), o teste de falsificação/ placebo proposto por Cattaneo, Frandsen e Titiunik (2015), e o teste de sensibilidade das estimativas em relação ao *bandwidth*, recomendado por Imbens e Lemieux (2008).

3.4 Análise e discussão dos resultados

Esta seção está dividida em cinco subseções. A primeira exprime a análise descritiva dos dados, ao passo que, na sequente, está a análise gráfica do desenho de regressão descontínua. Entrementes, na terceira e na quarta, são expostos os resultados das estimações realizadas para o Brasil e suas regiões, respectivamente. No encerramento, estão os testes de robustez.

3.4.1 Análise descritiva dos dados

A Tabela 2.1 expõe a caracterização dos grupos de tratamento e controle. A média do percentual de compras de alimentos da agricultura familiar é 0,41 para o grupo dos municípios que cumprem a lei, enquanto para o grupamento que não cumpre, é 0,13, ou seja, menos da metade do valor mínimo exigido em lei (30%). Com exceção das variáveis taxa de abandono (anos finais e iniciais) e número médio de alunos por turma (anos iniciais), as demais expressaram valores médios superiores para o grupo de tratados. É esperado que as escolas- parte de municípios que cumprem a lei tenham resultados melhores, bem como menor taxa de abandono.

Desse modo, dados os dois mecanismos, merenda de melhor qualidade e nutritiva,

²⁴ Usado para estimador de variância do vizinho mais próximo robusto para heterocedasticidade com *nnmatch* o número (mínimo) de vizinhos a ser usado.

²⁵ Um seletor de largura de banda ideal MSE (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

bem como menos industrializada, e o aumento da renda do produtor, beneficiando essas famílias e, por conseguinte, o filho do produtor rural - há indícios de que o cumprimento da lei impacta positivamente na qualidade da educação básica (IDEB) e sobre a taxa de abandono das escolas rurais brasileiras.

Tabela 2.1 – Estatística descritiva das variáveis

	Tratado			Controle		
	Média	Desvio-Padrão	Observações	Média	Desvio-Padrão	Observações
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Variável de descontinuidade						
Percentual (%)	0,41	0,12	22.685	0,13	0,10	32.067
Variáveis de resultado						
IDEB AI	5,06	1,21	4.731	4,65	1,17	5.945
IDEB AF	4,22	0,98	2.947	3,92	0,96	3.832
Taxa de abandono AI (%)	1,65	5,10	21.315	2,39	6,70	30.529
Taxa de abandono AF (%)	5,03	8,70	7.683	6,33	10,69	10.498
Variáveis de controle						
Matrícula AI (un)	43,13	51,97	22.685	42,31	54,71	32.067
Matrícula AF (un)	26,18	56,90	22.685	25,14	57,97	32.067
Aluno/turma AI (me)	14,67	6,13	9.391	15,30	6,06	12.061
Aluno/turma AF (me)	18,05	7,37	5.989	18,02	7,46	8.095
Funcionários (un)	13,61	16,76	22.685	12,78	16,94	32.067
Turmas AI (un)	2,00	2,65	22.685	1,91	2,66	32.067
Turmas AF (un)	2,18	2,42	22.685	2,13	2,53	32.067
Docentes AI (un)	3,70	5,72	22.685	3,12	4,94	32.057
Docentes AF (un)	4,67	7,42	22.685	3,98	6,55	32.057
Computador (<i>dummy</i>)	0,59	0,49	22.685	0,48	0,50	32.067

Fonte: Elaborada com dados do FNDE e do Censo da Educação Básica-INEP/MEC de 2017.

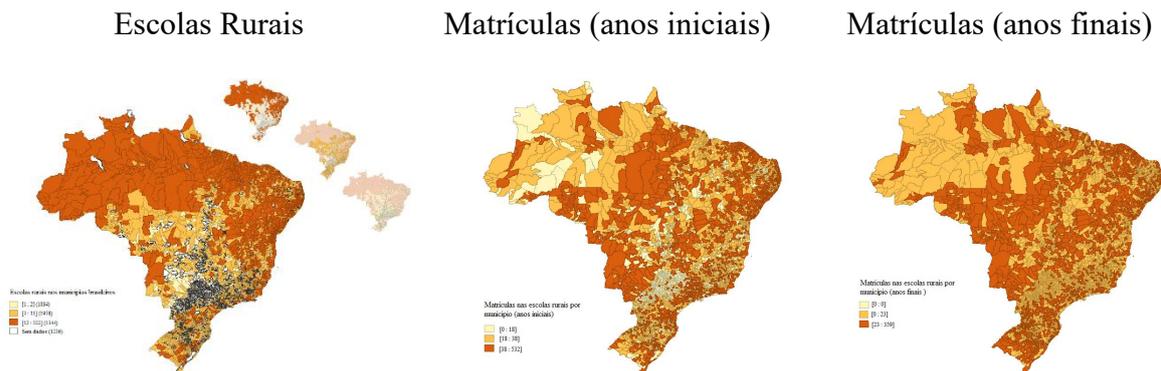
Notas: As siglas AI, AF e TX equivalem a anos iniciais, anos finais e taxa, respectivamente. Em caso de dúvidas sobre as variáveis, consultar o quadro 2.1 - informações gerais sobre as variáveis utilizadas, na seção 3.3.1 (a fonte e a descrição dos dados).

A distribuição espacial das escolas rurais e matrículas em relação aos municípios brasileiros, reportada na Figura 2.1, é mais prevalente nas regiões Norte e Nordeste, que têm de 12 a 322²⁶ escolas rurais por município. Destaca-se o fato de que os municípios com os maiores números, especificamente, de 160 a 322, estão localizados nos Estados de Amazonas e Pará. Para as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, há menor concentração de escolas rurais por municípios - 3 a 11 escolas. Quanto às matrículas, nota-se que no Centro-Oeste há um

²⁶ O maior número de escolas (322) por município foi registrado em Santarém-PA.

maior número de matriculados por município, porém um menor número de escolas, o que induz a indícios de possíveis défices de escolas nessas áreas, o oposto ocorrendo em alguns locais da região Norte. Segundo Pereira e Castro (2021), o problema de déficit de escolas é algo frequente nas áreas rurais.

Figura 2.1 – Distribuição espacial das escolas rurais e matrículas em relação aos municípios brasileiros no ano de 2017.



Fonte: Elaborada com dados do Censo da Educação Básica 2017 - INEP/MEC, no *software GeoData*.

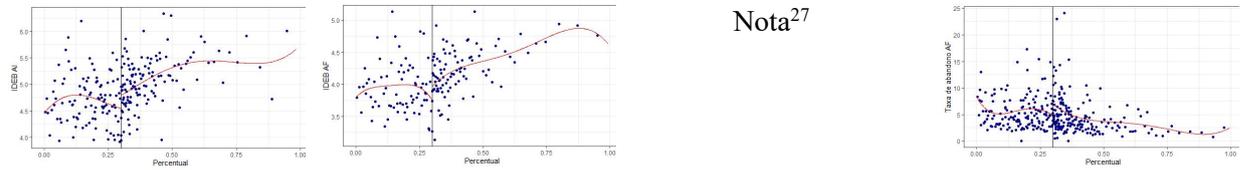
3.4.2 Desenho de regressão descontínua

Para verificação de uma estrutura de regressão descontínua, inicialmente, fez-se a análise gráfica para verificar evidências de uma descontinuidade na média condicional de Y (CALONICO; CATTANEO; TITIUNIK, 2015). Assim, são expostos a relação entre a nota do IDEB (anos finais e iniciais), bem como a taxa de abandono (anos finais e iniciais) e o percentual empregado na aquisição de alimentos da agricultura familiar por escolas rurais nos municípios, tanto para o Brasil como para suas regiões.

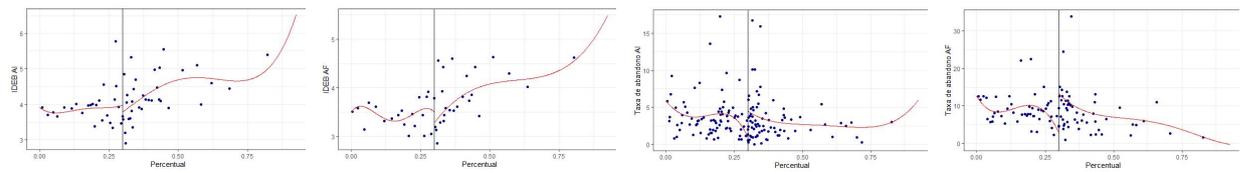
Os Gráficos a seguir exibem a dispersão dos dados brutos, com escolha ótima com espaçamento quantil (QS) e imitando a escolha de variância, em que as linhas sólidas vermelhas representam ajustes polinomiais de segunda ordem, usando unidades dos grupos de controle e tratamento, separadamente. Outros gráficos que mostram os intervalos de confiança das médias das notas do IDEB (anos iniciais e finais) e taxa de abandono (anos iniciais e finais), referentes às escolas pertencentes aos grupos de tratamento e controle, separadamente, estão expostos no Apêndice J (Gráfico J-2.1).

Gráfico 2.1 - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE na nota do IDEB (anos iniciais e finais) e da taxa de abandono (anos iniciais e finais) nas escolas rurais - amostra completa.

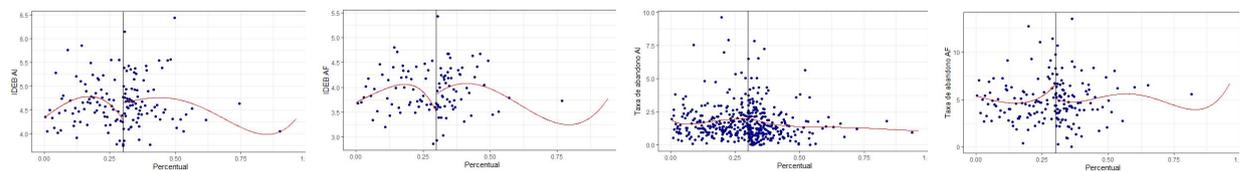
Brasil



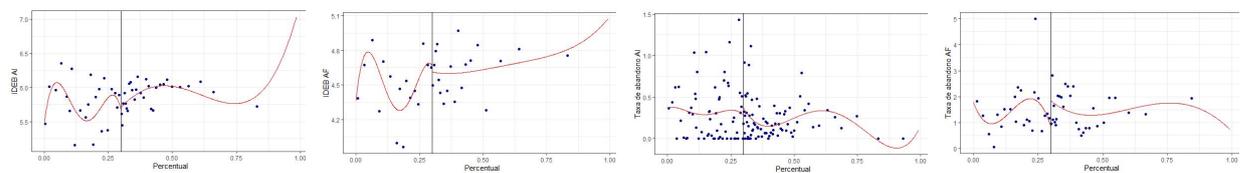
Norte



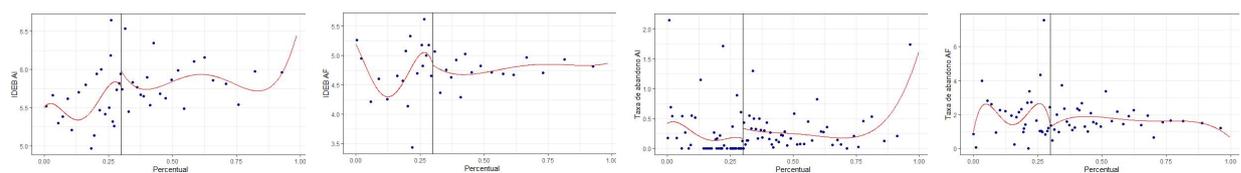
Nordeste



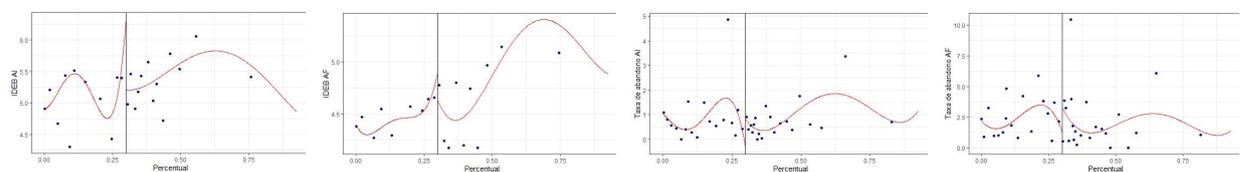
Sudeste



Sul



Centro-Oeste



Fonte: Elaborado com dados do FNDE e do Censo da Educação Básica-INEP/MEC de 2017.

Notas: No eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se as escolas localizadas em municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle). À direita do ponto, são as escolas localizadas em municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

²⁷ Este modelo de gráfico da dispersão dos dados brutos, em específico, referente à taxa de abandono (anos iniciais) para o Brasil, não foi possível ser gerado. Ao se tentar realizar essa atividade, o *software* R, retorna um erro decorrente de muitos valores zero nesta variável. Foram, porém, gerados os gráficos dessa variável para os outros dois modelos, conforme se verifica nos Gráficos J-2.1 e Gráfico J-2.2, ambos no Apêndice J.

Os gráficos da média amostral com agrupamento uniforme e espaçados, usando uma banda ótima, separadamente, se encontram no Apêndice J (Gráfico J-2.2).

No Gráfico 2.1, observa-se que, dentre as variáveis de resultado, nota do IDEB (anos iniciais e finais) e taxa de abandono (anos iniciais e finais), somente para o IDEB (anos iniciais), referente à região Sudeste, e IDEB (anos finais), para o Sul, não se verificou a descontinuidade nos testes realizados. Para as demais, observa-se um salto (na vertical) da linha vermelha no intervalo que contempla as observações nas proximidades, antes e depois, do ponto de corte, caracterizando, assim, uma descontinuidade neste ponto. Desse modo, tal resultado sugere haver indícios de que o PNAE (11.947/2009) tem efeitos sobre as observações localizadas em torno do limiar, ou seja, possui efeito sobre a nota do IDEB e a taxa de abandono nas escolas rurais dos municípios brasileiros, isso tanto no plano do Brasil como regiões, excetuando-se IDEB (anos iniciais) para a região Sudeste e IDEB (anos finais) para a região Sul.

Para Calonico *et al.* (2019), apesar dessa análise ser importante no desenho de regressão descontínua, ela não é suficiente para garantir efeitos. Logo, esse é o primeiro passo, devendo seguir com as estimações e testes de robustez.

3.4.3 Estimações para o Brasil

Com o escopo de confirmar os resultados encontrados na análise gráfica, seguiu-se para as estimações do desenho de regressão descontínua. Como recomendado por Cattaneo, Keele e Titiunik (2021), na Tabela 2.2, estão os resultados das estimativas sem covariadas e com a inclusão de covariadas. A banda ótima utilizada é verificada na Tabela F-2.1 (Apêndice F); sobre o teste de densidade, será tratado na seção dos testes de robustez.

Os dados da Tabela 2.2 evidenciam efeito para ambas as estimações (sem e com covariadas). Pelo teste de balanceamento, mostrado em detalhes na seção dos testes de robustez, os dados sem covariadas são confiáveis e a adição de covariadas tem apenas a função de aumentar a robustez. Ainda é necessário ressaltar que, por mais que as estimações relacionadas à taxa de abandono (anos iniciais e anos finais) tenham exposto significância estatística, a análise de sensibilidade revelou que os dados encontrados para essas variáveis não são robustos, logo, não foram interpretados.

Conforme se nota na Tabela 2.2, o PNAE possui um impacto de 0,247 e 0,349, nos anos iniciais e anos finais, respectivamente, na nota do IDEB das escolas localizadas em municípios rurais do Brasil. Esses resultados corroboram o que Ramos *et al.* (2022)

identificaram para os municípios brasileiros de média dimensão (50.000 a 100.000 habitantes), em que aqueles que cumpriram a lei PNAE exprimiram pontuações mais elevadas no IDEB em relação aos municípios que não o fizeram.

Nesse contexto, evidencia-se que a oferta de uma alimentação mais diversificada e saudável promove influência positiva sobre o IDEB das escolas rurais e, conseqüentemente, por ser responsável por medir a qualidade do ensino, possui efeitos sobre a qualidade da educação. Ademais, de acordo com Pereira e Castro (2021), são valiosas as políticas que melhorem a educação para o desenvolvimento do Brasil, enquanto – exprimem os autores - o investimento na educação básica pública é o caminho a ser tomado à demanda de melhoria da educação no campo.

Demais disso, faz-se necessário constar que foram realizadas estimações para a amostra geral (escolas rurais e urbanas) e urbana (somente escolas urbanas), entretanto, os dados não expressaram robustez, assim, não sendo indicados neste estudo.

Tabela 2.2 – Estimação do efeito do PNAE sobre o rendimento escolar nas escolas rurais brasileiras em 2017.

Estimação sem covariadas		
Método	IDEB AI	IDEB AF
Convencional	0,238*	0,347*
	(0,068)	(0,095)
Viés corrigido	0,245*	0,351*
	(0,068)	(0,095)
Robusto	0,245*	0,351*
	(0,076)	(0,107)
Estimação com covariadas		
Método	IDEB AI	IDEB AF
Convencional	0,239*	0,350*
	(0,068)	(0,092)
Viés corrigido	0,247*	0,349*
	(0,068)	(0,092)
Robusto	0,247*	0,349*
	(0,076)	(0,103)

Fonte: Elaborada com dados do FNDE e do Censo da Educação Básica-INEP/MEC de 2017.

Notas: As siglas AI, AF e TX equivalem a anos iniciais, anos finais e taxa, respectivamente. Os resultados estatísticos foram obtidos mediante uma Regressão Descontínua, utilizando as três seguintes 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. *Significante a 5%.

3.4.4 Efeitos heterogêneos para regiões brasileiras

Foram realizadas as estimações do desenho de regressão descontínua, excetuando-se as variáveis IDEB (anos iniciais) para a região Sudeste e IDEB (anos finais) para o Sul, pois, como visto no Gráfico 2.1, não há descontinuidade. Quanto à banda ótima utilizada, é observada na Tabela F-2.1 (Apêndice F). Já o teste de densidade é tratado em detalhes na seção dos testes de robustez.

Na Tabela 2.3 estão as estimações para as regiões brasileiras que, além de apresentarem significância ao nível de 5%, pelo menos uma das variáveis de resultado obteve aprovação em todos os testes de robustez. Considerando esses fatores, para o Nordeste, apenas a taxa de abandono (anos finais) foi analisada, onde se infere que o PNAE possui impacto sobre a taxa de abandono, especificamente, reduzindo em 68,8%, em média, a taxa de abandono (anos finais) nas escolas rurais dos municípios nordestinos.

Para o Sul, somente a taxa de abandono (anos iniciais) expressou validade em todos os testes, e, apesar de o modelo com covariadas não ter mostrado significância a 5%, o teste de balanceamento apontou que o incremento de covariadas é apenas para elevar a robustez dos dados, o que não impede de ser realizada a análise dessa variável. Assim, nota-se que o PNAE possui um impacto de 23,3% na redução da taxa de abandono (anos iniciais) das escolas rurais dos municípios do Sul.

Esses resultados são importantes, porquanto demonstram que a disponibilidade de alimentos mais saudáveis para os estudantes reduz a taxa de abandono. Conseqüentemente, esses alunos têm a oportunidade de mudar sua realidade e gerar uma transformação social no meio em que estão inseridos, uma vez que estudar potencializa os vínculos sociais, e, além de permitir desenvolver habilidades físicas e cognitivas, torna um agente social. Ademais, esse não abandono da escola, principalmente ao que se refere aos anos finais, que compreendem crianças/adolescentes de 11 a 14 anos, está, decerto, relacionado ao fato da melhoria na renda da família (agricultura familiar) desse aluno, fazendo com que não precise sair da escola para contribuir com a renda familiar. Ferreira (2015) expressa que, dentre os motivos que proporcionam o abandono escolar, estão as questões econômicas ou familiares.

De modo geral, esses resultados corroboram os de Gomes *et al.* (2021) que, ao avaliarem o impacto do PNAE (Lei nº 1.947/2009) sobre as escolas públicas do Nordeste brasileiro, notaram que, nos municípios cumpridores da lei, os estudantes tiveram menor taxa de abandono escolar. Além disso, Aires (2016), ao analisar a eficiência do PNAE na redução da taxa de abandono e aumento do IDEB pela hipótese de que os municípios mais pobres são

mais eficientes, denotou que o nível de eficiência varia de acordo com o município, e, mesmo que os municípios da região Nordeste sejam mais eficientes do que os municípios do Sul, em ambos os casos, têm-se a redução da taxa de abandono e aumento do IDEB.

Tabela 2.3 – Estimação do efeito do PNAE sobre o rendimento escolar e a taxa de abandono nas escolas rurais das regiões brasileiras em 2017.

Modelo sem covariadas							
Método	Nordeste				Sul		
	IDEBAI	IDEBAF	Tx de abandono AI	Tx de abandono AF	IDEBAI	Tx de abandono AI	Tx de abandono AF
Convencional	0,310*	0,391*	-0,115*	-1,421*	0,256	-0,188*	-0,921
	(0,053)	(0,085)	(0,053)	(0,332)	(0,250)	(0,027)	(0,611)
Viés corrigido	0,289*	0,383*	-0,080	-1,478*	0,242	-0,233*	-0,866
	(0,053)	(0,085)	(0,053)	(0,332)	(0,250)	(0,027)	(0,611)
Robusto	0,289*	0,383*	-0,080	-1,478*	0,242	-0,233*	-0,866
	(0,056)	(0,096)	(0,060)	(0,386)	(0,285)	(0,032)	(0,675)
Modelo com covariadas							
Método	Nordeste				Sul		
	IDEBAI	IDEBAF	Tx de abandono AI	Tx de abandono AF	IDEBAF	Tx de abandono AI	Tx de abandono AF
Convencional	0,309*	0,398*	-0,342*	-0,727*	0,241	-0,025	-1,005
	(0,053)	(0,083)	(0,079)	(0,175)	(0,249)	(0,038)	(0,624)
Viés corrigido	0,288*	0,388*	-0,232*	-0,688*	0,224	-0,029	-1,027
	(0,053)	(0,083)	(0,079)	(0,175)	(0,249)	(0,038)	(0,624)
Robusto	0,288*	0,388*	-0,232*	-0,688*	0,224	-0,029	-1,027
	(0,056)	(0,094)	(0,088)	(0,195)	(0,284)	(0,045)	(0,703)

Fonte: Elaborada com base nos dados do FNDE e do Censo da Educação Básica-INEP/MEC de 2017.

Notas: As siglas AI, AF e TX equivalem a anos iniciais, anos finais e taxa, respectivamente. Os resultados estatísticos foram obtidos por meio de uma Regressão Descontínua, utilizando as três seguintes especificações: (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. *Significante a 5%.

3.4.5 Testes de robustez

Visando evidenciar a robustez dos resultados encontrados no estudo, nesta seção são apresentados os testes de densidade, de falsificação/placebo e a análise de sensibilidade.

3.4.5.1 Testes de densidade

O teste de densidade tem o intuito de observar se a inclusão das observações nos grupos de controle e tratamento se deu de maneira aleatória. A Tabela G-2.1 (Apêndice G) mostra os resultados da análise para o Brasil e suas regiões, onde é verificado que todos os testes mostraram significância ao nível de 5%, o que indica a possibilidade de manipulação. Essa mesma verificação é, também, observada por meio de gráficos, que estão expostos na Figura G-2.1 (Apêndice G), onde se visualiza que os intervalos de confiança não cobrem o salto das observações onde ocorre o ponto de corte (30%).

É necessário evidenciar que McCrary (2008) foi quem desenvolveu o teste de densidade, explicando que, em alguns casos, existe falha de identificação, em que um exemplo contempla os casos em que ocorre uma manipulação não monotônica, onde, por algumas razões, as pontuações são ajustadas igualmente para todos os grupos. Nessas situações, a variável em execução com densidade contínua não é necessária nem suficiente para identificar a aleatoriedade da atribuição do tratamento, evidenciando a necessidade de verificar o que ocorre em cada intervenção, para, assim, definir se há ou não manipulação.

Desse modo, a falha de identificação mosrada por McCrary (2008) é caracterizada neste estudo, uma vez que a variável de execução 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 que, normalmente, passa por arredondamentos. Vale salientar que essa ação ocorre tanto para o grupo de tratado como para o de controle, o que é conhecido como manipulação positiva, não impedindo que os grupos percam a característica de randomizados.

3.4.5.2 Testes de falsificação / Placebo

De acordo com a definição de Cattaneo, Frandsen e Titiunik (2015), as covariadas apresentadas neste estudo são placebo, ou seja, mesmo determinadas após a atribuição da intervenção, elas não afetam o tratamento. Calonico *et al.* (2019), ao indicarem o uso de covariadas, ressaltam a importância de o tratamento não expor efeito sobre essas variáveis observáveis no ponto de corte, isso tendo como finalidade garantir a aleatorização entre os grupos de tratado e controle, e, conseqüentemente, validar a comparabilidade desses grupos. Posto isso, para verificar o cumprimento dessa recomendação, realizou-se o teste de falsificação/Placebo de covariadas.

A Tabela 2.4 traz os resultados do teste realizado para as amostras que expuseram estimativas significantes, e foram consideradas válidas, por meio da aprovação em todos os testes de robustez; logo, percebe-se que a maioria das covariadas escolhidas, tanto para o Brasil como para a região Nordeste, não expuseram nenhuma estatística significativa, enquanto, no caso do Sul, todas tiveram esse comportamento. Esses resultados permitem concluir que, para grande parte das variáveis observadas perto do *cutoff*, não existe diferença significativa, confirmando a comparabilidade entre os grupos de tratamento e controle.

Para as demais regiões (Norte, Sudeste e Centro-Oeste), verificam-se os testes na Tabela I-2.1 (Apêndice I), com exceção da região Centro-Oeste que teve três covariadas não balanceadas, assim, não sendo considerado aceitável para comparabilidade dos grupos, as demais exibiram o mesmo comportamento analisado para o Brasil, o Nordeste e o Sul.

Tabela 2.4 – Teste de balanceamento de covariadas para o Brasil e as regiões Nordeste e Sul.
(Cont.)

Covariadas	Efeito RD - Brasil	Efeito RD - Nordeste	Efeito RD - Sul
Matrícula AI	-0,7621 (0,809)	1,1376 (0,487)	1,1479 (0,635)
Matrícula AF	-0,7275 (0,882)	-0,6509 (0,612)	-5,1984 (0,497)
Aluno/turma AI	-0,2946 (0,407)	-0,4631 (0,103)	1,3623 (0,082)
Aluno/turma AF	-1,8092* (0,000)	-1,0708* (0,030)	1,4359 (0,205)
Funcionários	-0,2291 (0,767)	0,5510 (0,414)	-1,3770 (0,454)
Turmas AI	0,0102 (0,648)	0,0613 (0,596)	-0,3214 (0,514)
Turmas AF	0,0299 (0,453)	-0,0060 (0,836)	-0,4505 (0,097)

Tabela 2.4 – Teste de balanceamento de covariadas para o Brasil e as regiões Nordeste e Sul.
(conclusão)

Covariadas	Efeito RD - Brasil	Efeito RD - Nordeste	Efeito RD - Sul
Docentes AI	-0,2320 (0,129)	-0,2077 (0,114)	-0,5971 (0,585)
Docentes AF	0,2591 (0,170)	0,2186 (0,239)	-1,9800 (0,280)
Computador	0,0397* (0,045)	0,0668* (0,000)	-0,0601 (0,117)

Fonte: Elaborada com base nos dados do FNDE e do Censo da Educação Básica-INEP/MEC de 2017.

Notas: Balanceamento das covariadas. p-valor entre parênteses. *Significante a 5%.

3.4.5.3 Análise de sensibilidade

A Tabela G-2.2 (Apêndice G) expressa os resultados da análise de sensibilidade. Para isso, foram considerados os mesmos passos expressos na metodologia para estimações iniciais, diferindo apenas o ponto de corte, ou seja, observados os limiares inferiores e superiores a 30%, especificamente, os *cutoffs* (0,20, 0,40, 0,50). Esta verificação, recomendada por Imbens e Lemieux (2008), tem o intuito de examinar a existência de significância em pontos fora do *cutoff*. Portanto, a análise foi realizada apenas para as amostras e variáveis que apontaram significância das estimativas.

Os resultados indicam que, nas estimativas para o Brasil, é robusto avaliar somente os impactos sobre as variáveis IDEB (anos iniciais e finais), enquanto, para o Nordeste, somente a taxa de abandono (anos finais), uma vez que estas foram as variáveis que exprimiram efeito local do PNAE somente no ponto de corte. Quanto à região Sul, somente a variável taxa de abandono (anos iniciais) indicou significância nas estimações, e, pela análise de sensibilidade, afirma-se que não existe efeito local para além ou aquém, do ponto de corte estabelecido pelo programa (0,30).

3.5 Considerações Finais

Esta experimentação acadêmica *stricto sensu* avaliou o impacto do PNAE sobre o IDEB e em cima da taxa de rendimento (abandono) nas escolas rurais dos municípios brasileiros, contribuindo com a literatura, visto que, em geral, os trabalhos em circulação não consideram o mecanismo via aumento na renda do produtor, que beneficiam a família e, por conseguinte, o filho do produtor rural.

Para o alcance do objetivo proposto, utilizou-se o método RDD. Os resultados apontam que, na análise realizada para o Brasil, obteve-se estimativa significativa e robusta,

afirmando-se que o PNAE possui um impacto de 0,247 e 0,349, em média, nos anos iniciais e anos finais, respectivamente, na nota do IDEB das escolas rurais dos municípios brasileiros.

Quanto à análise para as regiões brasileiras, constataram-se efeitos robustos somente para as regiões Nordeste e Sul, especificamente para as variáveis taxa de abandono (anos finais) e taxa de abandono (anos iniciais), respectivamente. Desse modo, o PNAE tem um impacto na redução da taxa de abandono (anos finais) de 68,8% na região Nordeste e 23,3% na taxa de abandono (anos iniciais) do Sul.

Nesse sentido, o ensaio que se termina de relatar evidencia a importância do PNAE, mostrando que uma alimentação de qualidade impacta na melhoria do IDEB e no aumento da taxa de permanência dos alunos na escola, o que significa o mesmo que reduzir a taxa de abandono escolar; esses resultados são relevantes para os setores responsáveis pela melhoria da educação e consequente desenvolvimento do País. Com efeito, é importante verificar, também, o comparativo com as escolas urbanas, além de testar outros métodos de avaliação.

Assim, no que se refere às medidas de políticas públicas com o objetivo de melhorar os indicadores de desempenho e rendimento escolar, sugere-se repensar sobre o valor percentual estabelecido para a aquisição de alimentos provenientes da agricultura familiar, bem como o apoio necessário para efetividade e cumprimento da lei, assim, proporcionando melhor qualidade dos alimentos, com oferta de produtos mais frescos e resultando em melhores efeitos sobre o desenvolvimento da aprendizagem.

4 CONCLUSÃO GERAL

Esta dissertação foi composta por dois capítulos que abordam a temática do PNAE, desde a conexão do programa entre a agricultura familiar e a alimentação escolar.

O primeiro capítulo estimou o impacto da política sobre a receita dos estabelecimentos de agricultura familiar no Brasil e suas regiões. Para atender o objetivo proposto, utilizou-se o método de RDD, onde sobrou constatado que existem impactos do PNAE sobre a receita da agricultura familiar no Brasil, proporcionando um incremento de R\$ 2.762.141,00 na receita da lavoura temporária dos estabelecimentos de agricultura familiar nos municípios brasileiros que cumprem a lei.

Quando, todavia, se analisam as regiões separadamente, observou-se influxo positivo apenas para a região Nordeste, onde os estabelecimentos agropecuários de agricultura familiar localizados em municípios que cumprem a lei são impactados positivamente na ordem de R\$ 1.654.740,00 e de R\$ 350.031,00, sobre a receita total e sobre a receita de horticultura, respectivamente. Para as regiões Norte, Sudeste e Centro-Oeste, o programa não apontou efeitos sobre a receita dos produtores localizados nestas regiões. E, para a região Sul, as estimativas não mostraram robustez por meio dos testes realizados.

Em função dos resultados, conclui-se que o PNAE é importante para o agricultor e o meio rural, proporcionando o aumento da renda e, conseqüentemente, incentivando a atividade agrícola, a permanência no campo e o aquecimento da economia local. Faz-se mister, entretanto, observar as especificidades regionais para a ampliação e alcance de melhores resultados sobre a produção familiar.

O segundo capítulo discutiu o mecanismo da alimentação escolar e o aumento da renda do produtor, que tende a beneficiar a família e, por conseguinte, os filhos desse produtor rural. Examinou a influência do PNAE sobre o IDEB e a taxa de abandono nas escolas rurais brasileiras. Para tal, também se utilizou o modelo quase experimental de RDD.

De acordo com os resultados, remata-se que, no Brasil, o PNAE possui efeito sobre a nota do IDEB no ensino fundamental das escolas rurais localizadas em municípios que cumprem o percentual mínimo da aquisição de alimentos da agricultura familiar, um impacto de 0,247 (anos iniciais) e 0,349 (anos finais); sendo somente estas as variáveis que obtiveram aprovação em todos os testes de robustez. Quanto às regiões, apenas o Nordeste e o Sul mostraram efeitos do PNAE, especificamente, sobre as variáveis taxa de abandono (anos finais) e taxa de abandono (anos iniciais) das escolas rurais dos municípios do Nordeste e Sul que cumprem a lei, respectivamente; sendo um impacto de 68,8% (Nordeste) e 23,3% (Sul).

Ante os dados encontrados, infere-se que a oferta de alimentação saudável e de melhor qualidade nutricional contribui na melhoria dos indicadores educacionais. Desse modo, sugere-se repensar o valor percentual da aquisição de alimentos escolares da agricultura familiar, dado que um possível aumento é suscetível de ampliar os efeitos encontrados. Recomenda-se, ainda, o apoio necessário para efetividade e cumprimento da lei, a fim de contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem.

É válido salientar que os resultados dos testes de densidade (manipulação) em ambos os capítulos, certamente, serão capazes de reduzir a robustez dos resultados, entretanto, assim como destacado na seção dos testes, não existe punição para municípios que não cumprem a lei e, conseqüentemente, não há intenção de manipular. O que acontece em alguns casos é a gestão do município não ter total conhecimento a respeito da exigência que determina um percentual mínimo de compra dos produtos oriundos da agricultura familiar.

Conveniente é evidenciar que a discussão em torno do PNAE é importante para o aperfeiçoamento e avanço do programa. Como divisado neste estudo, o programa possui relevância, tanto para o meio rural quanto para a educação brasileira, ressaltando-se, ainda, que esses efeitos se estendem para a sociedade, uma vez que sua área de atuação engloba importantes mecanismos tendentes a propiciar uma reação em cadeia. Nota-se, contudo, que, assim como outros programas, ainda existem pontos que se mostram deficitários, principalmente no que se refere à execução da Lei 11.947, de 2009. Dentre as sugestões oferecidas, com o intuito de ampliar os efeitos encontrados, têm-se a de considerar as diferenças e o potencial produtivo de cada região, oferecer apoio técnico e ampliar as informações sobre o programa para os produtores rurais, bem como pôr em prática uma ação mais efetiva por parte do Governo na compra desses alimentos e na cotação dos preços.

REFERÊNCIAS

- ADELMAN, S. W.; GILLIGAN, D. O.; LEHRER, K. **How effective are food for education programs?**. Washington: International Food Policy Research Institute, 2008.
- AIRES, J. L. de P. **Análise de eficiência dos municípios na aplicação dos recursos do Pnae no ensino fundamental**. 2016. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia – Graduação) – Universidade de Brasília, Faculdade de Economia, Administração e Ciências Contábeis – FACE, Brasília – DF, 2016.
- ALTAFIN, I. **Reflexões sobre o conceito de agricultura familiar**. UNB. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.enfoc.org.br/system/arquivos/documentos/70/f1282reflexoes-sobre-o-conceito-de-agricultura-familiar---iara-altafin---2007.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2022.
- AMINI C.; NIVOROZHKIN E. The urban–rural divide in educational outcomes: Evidence from Russia. **International Journal of Educational Development**, United Kingdom, v. 44, p. 118–133, 2015.
- Bird, K. . The intergenerational transmission of poverty: an overview. Chronic Poverty Research Centre Working. 2007. **Paper No. 99**. Doi: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1629262>
- BRASIL. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Alimentação a todos do ensino fundamental, 2017a**. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/component/k2/item/5123-1988>. Acesso em: 6 abr. 2022.
- BRASIL. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Educação Alimentar e Nutricional - EAN, 2017**. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/pnae/pnae-eixos-de-atuacao/pnae-educacao-alimentar-nutricional>. Acesso em: 6 abr. 2022.
- BRASIL. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Histórico, 2017b**. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/pnae/pnae-sobre-o-programa/pnae-historico>. Acesso em: 6 abr. 2022.
- BRASIL. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Manual de aquisição de produtos da Agricultura Familiar para a Alimentação Escolar, 2015**. Disponível em: <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>. Acesso em: 6 abr. 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portal Brasil**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/agricultura-familiar-1>. Acesso em: 22 maio 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Conheça a história da educação brasileira**. 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article/33771-institucional/83591-conheca-a-evolucao-da-educacao-brasileira>. Acesso em: 30 maio 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Representantes de países da América Latina e Caribe conhecem mais sobre o PNAE**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/assuntos/noticias/representantes-de-paises-da-america-latina-e-caribe-conhecem-mais-sobre-o-pnae>. Acesso em 30 set. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde Brasil 2008: 20 anos de Sistema Único de Saúde (SUS) no Brasil**. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude_brasil_2008.pdf. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2009. Acesso em: 28 maio 2022.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 1.946, de 28 de junho de 1996**. Cria o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - PRONAF, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d1946.htm. Acesso em: 6 abr. 2022.

CALONICO, S. *et al.* Regression discontinuity designs using covariates. **Review of Economics and Statistics**, Cambridge, v. 101, n. 3, p. 442-451, 2019.

CALONICO, S. *et al.* rdrobust: Software for regression-discontinuity designs. **The Stata Journal**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 372-404, 2017.

CALONICO, S.; CATTANEO, M. D.; TITIUNIK, R. Optimal data-driven regression discontinuity plots. **Journal of the American Statistical Association**, [s. l.], v. 110, n. 512, p. 1753-1769, 2015.

CAMPOS, M. M. *et al.* A contribuição da educação infantil de qualidade e seus impactos no início do ensino fundamental. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 37, p. 15-33, 2011.

CASTRO, C. N. de; FREITAS, R. E. **O PRONAF no Nordeste: análise a partir dos dados do censo agropecuário de 2017**. Brasília, DF: IPEA, 2021, 38p. (Texto para discussão, n. 2677).

CATTANEO, M. D.; FRANDBSEN, B. R.; TITIUNIK, R. Randomization inference in the regression discontinuity design: An application to party advantages in the US Senate. **Journal of Causal Inference**, California, v. 3, n. 1, p. 1-24, 2015.

CATTANEO, M. D.; JANSSON, M.; MA, X. rddensity: manipulation testing based on density discontinuity. **R package version 2.1**. Disponível em: <https://CRAN.Rproject.org/package=rddensity>, 2020. Acesso em: 30 maio 2022.

CATTANEO, M. D.; KEELE, L.; TITIUNIK, R. Covariate Adjustment in regression discontinuity designs. Disponível em: **arXiv preprint arXiv:2110.08410**, Acesso em: 28 maio 2022.

COSTA, E. M.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Choque de oferta no crédito rural e seu impacto produtivo na agricultura brasileira. *In*: SACHSIDA, A. (Org.) **Políticas públicas: avaliando mais de meio trilhão de reais em gastos públicos**. Brasília: Ipea, 2018.

CRUZ, N. B. da *et al.* Acesso da agricultura familiar ao crédito e à assistência técnica no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília - DF, v. 59, n.3, 2021.

CRUZ, S. F. da. **Desafios e contribuições do PNAE em três organizações da agricultura familiar no território Sul Litorâneo do Espírito Santo**. 2017. 139 f. Tese (Doutorado em Economia) - Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2017.

CUNHA, A. J. L. A. da; LEITE, Á. J. M.; ALMEIDA, I. S. de. The pediatrician's role in the first thousand days of the child: the pursuit of healthy nutrition and development. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 91, p. S44-S51, 2015.

CUNHA, F.; HECKMAN, J. The technology of skill formation. **American Economic Review**, [s. l.], v. 97, n. 2, p. 31-47, 2007.

CUNHA, Wellington Alvim da; FREITAS, Alan Ferreira de; SALGADO, Rafael Junior dos Santos Figueiredo. Efeitos dos programas governamentais de aquisição de alimentos para a agricultura familiar em Espera Feliz, MG. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília - DF, v. 55, n. 3, p. 427-444, 2017.

DIAS, T. K. M. **O crédito rural sob as perspectivas da posse da terra e da produtividade dos agricultores familiares**. 2020. 74 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

ELIAS, L. D. P. *et al.* Impactos socioeconômicos do Programa Nacional de Alimentação Escolar na agricultura familiar de Santa Catarina. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília - DF, v. 57, p. 215-233, 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA no Brasil (FAO) . **Pequenos agricultores familiares produzem mais de um terço dos alimentos no mundo**. Brasília/DF, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1397857/>. Acesso em: 9 ago. 2022.

FARIAS, L. E. C. de. **O comportamento do valor de produção dos principais produtos da agricultura familiar e do Programa Nacional de Alimentação Escolar para o Nordeste e Caruaru (2011 a 2017)**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Caruaru (PE) – Brasil.

FEITOSA, A. M. A. **A Agricultura e a Agricultura Familiar**. Monte Claros - MG: Ministério da Educação. Escola Técnica Aberta do Brasil (e-Tec Brasil/CEMF/Unimontes) , 2011.

FERNANDES, D. M. M.; KESSLER, M. J. Programa Nacional de Alimentação Escolar–PNAE: contribuições para a agricultura familiar. *In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE DESENVOLVIMENTO REGIONAL*, 10. 2019.

FERREIRA, G. da S. Investigação acerca dos fatores determinantes para a conclusão do Ensino Fundamental utilizando Mineração de Dados Educacionais no Censo Escolar da Educação Básica do INEP 2014. *In: WORKSHOPS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO*. 2015. **Anais...** 2015. p. 1034.

FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO (FNDE). Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). **Aquisição de produtos da agricultura familiar para o programa nacional de alimentação escolar**. Brasília/DF, 2017. Disponível em:

<https://www.fn-de.gov.br/index.php/programas/pnae/pnae-eixos-de-atuacao/pnae-agricultura-familiar>. Acesso em: 9 jun. 2022.

GOMES, L. da S. *et al.* Impactos do programa nacional de alimentação escolar (PNAE) sobre as escolas públicas no nordeste brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 52, n. 2, p. 103-120, 2021.

GRISA, C.; SCHNEIDER, S. 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**, Brasília - DF, v. 52, p. 125-146, 2014.

GRISA, C.; FLEXOR, G. A construção das políticas para a agricultura familiar no Brasil: entre ideias, interesses e instituições. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER), 52, Goiânia/GO. 2014. **Anais...** Goiania, 2014.

GROSSMAN, M. On the concept of health capital and the demand for health. **Journal of Political Economy**, [s. l.], v. 80, n.2, p. 223-255, 1972.

GUANZIROLI, C. E. PRONAF dez anos depois: resultados e perspectivas para o desenvolvimento rural. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília - DF, v. 45, p. 301-328, 2007.

HULETT, J. L. *et al.* Animal source foods have a positive impact on the primary school test scores of Kenyan schoolchildren in a cluster-randomised, controlled feeding intervention trial. **British Journal of Nutrition**, [s. l.], v. 111, n. 5, p. 875-886, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Agricultura familiar. **Atlas do espaço rural brasileiro**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/atlas/tematicos/16362-atlas-do-espaco-rural-brasileiro.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 9 jun. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) 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**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <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>. Acesso em: 9 jun. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) Educa Jovens. **Conheça o Brasil - População**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <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> . Acesso em: 09 set. 2022.

IMBENS, G. W.; LEMIEUX, T. Regression discontinuity designs: A guide to practice. **Journal of econometrics**, United States of America, v. 142, n. 2, p. 615-635, 2008.

JULIÃO, N. A.; CHEIN, F. Avaliação de impacto do Programa Bolsa Família sobre a educação dos jovens. **Revista de Desenvolvimento e Políticas Públicas**, Viçosa -MG, n. 1,

p. 75-107, 2015.

KHANDKER, S. R.; KOOLWAL, G. B.; SAMAD, H. A. **Handbook on Impact Evaluation: quantitative methods and practices**. [s. l.]: World Bank Publications, 2009.

KROTH, D. C.; GEREMIA, D. S.; MUSSIO, B. R. Programa Nacional de Alimentação Escolar: uma política pública saudável. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 25, p. 4065-4076, 2020.

LEE, D. S.; LEMIEUX, T. Regression discontinuity designs in economics. **Journal of Economic Literature**, Washington-DC, v. 48, n. 2, p. 281-355, 2010.

LOURENZANI, A. E. Br. S.; CARDOSO, V. A. O programa nacional de alimentação escolar no município de Tupã e seus efeitos na agricultura familiar. **Formação (Online)**, v. 26, n. 48, 2019.

MACHADO, P. M. O. *et al.* Compra de alimentos da agricultura familiar pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE): estudo transversal com o universo de municípios brasileiros. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 23, p. 4153-4164, 2018.

MCCRARY, Justin. Manipulation of the running variable in the regression discontinuity design: A density test. **Journal of Econometrics**, [s. l.], v. 142, n. 2, p. 698-714, 2008.

METWALLY, A. M. *et al.* Impact of National Egyptian school feeding program on growth, development, and school achievement of school children. **World Journal of Pediatrics**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 393-400, 2020.

PAULA, M. M.; KAMIMURA, Q. P.; SILVA, J. L. G. D. Mercados institucionais na agricultura familiar: dificuldades e desafios. **Revista de Política Agrícola**, Brasília/DF, v. 23, n. 1, p. 33-43, 2014.

PEREIRA, C. N.; CASTRO, C. N. **Educação no meio rural: diferenciais entre o rural e o urbano**. Brasília, DF: IPEA, 2021, 72p. (Texto para discussão, n. 2632).

PINTO, C. C. X. Regressão descontínua. In: PEIXOTO, B. *et al.* **Avaliação econômica de projetos sociais**. Fundação Itaú Social. São Paulo: Dinâmica gráfica e editora, 2012. cap. 7.

RAMOS, E. B. T.; OLIVEIRA, G. R.; QUINTANILHA, K. T.; RODRIGUES, V. D. V. Impact of the National School Feeding Program (PNAE) on IDEB Performance of Brazilian Municipalities. ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 50, ANPEC. **Anais...** Fortaleza-CE, 2022.

RODRIGUES, L. O. **Ensaio sobre diferencial de desempenho escolar entre alunos de escolas rurais e urbanas no Brasil**. 2017. 99 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

SCHNEIDER, S. Situando o desenvolvimento rural no Brasil: o contexto e as questões em debate. **Brazilian Journal of Political Economy**, [s. l.], v. 30, n. 3, p. 511-531, 2010.

SEMINOTTI, Jonas Jose. O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). **Revista**

Latino-Americana de Relações Internacionais, Campos Neutrais, v. 3, n. 3, p. 110-127, 2021.

SIDANER, E.; BALABAN, D.; BURLANDY, L. The Brazilian school feeding programme: an example of an integrated programme in support of food and nutrition security. **Public Health Nutrition**, [s. l.], v. 16, n. 6, p. 989-994, 2013.

SOARES, S.; RAZO, R.; FARIÑAS, M. Perfil Estatístico da Educação Rural: Origem Socioeconômica Desfavorecida, Insumos Escolares Deficientes e Resultados Inaceitáveis. In: BOF, Alvana Maria. **A educação no Brasil rural**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), 2006.

SOUZA, S. F. *et al.* Agricultura familiar no Pará e as limitações do programa nacional de alimentação escolar (PNAE). In: do CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER), 59 e ENCONTRO BRASILEIRO DE PESQUISADORES EM COOPERATIVISMO (EBPC), 6. 2021. **Anais...** Brasília, 2021.

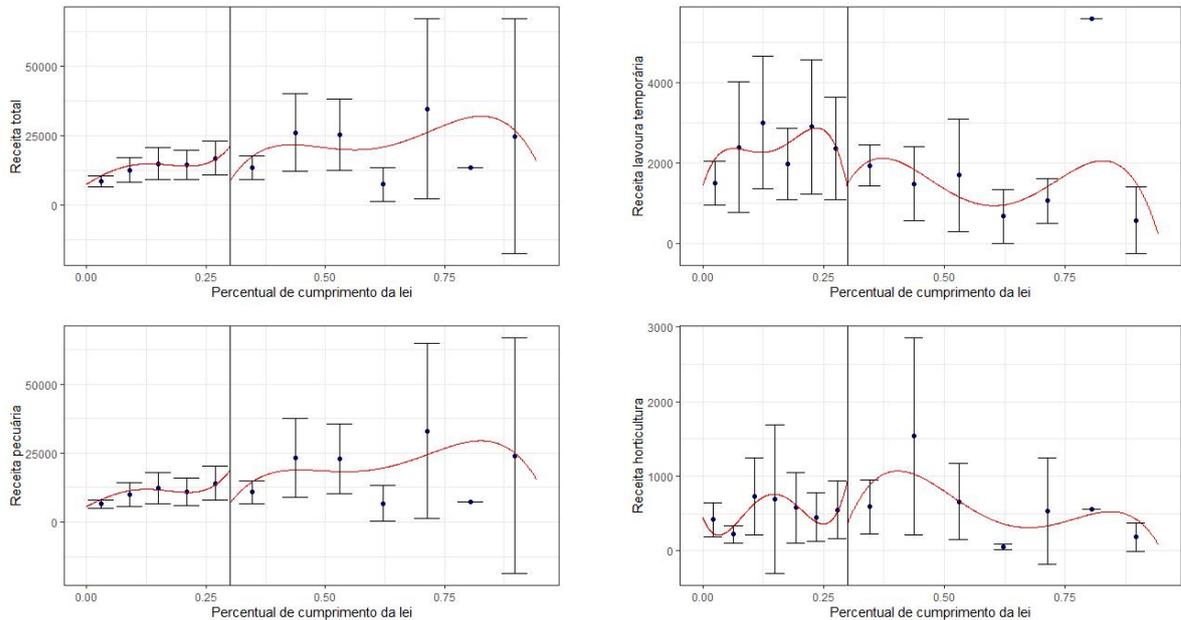
THISTLETHWAITE, D. L.; CAMPBELL, D. T. Regression-discontinuity analysis: An alternative to the ex post facto experiment. **Journal of Educational Psychology**, [s. l.], v. 51, n. 6, 1960.

VALADARES, A. A. *et al.* **Da Regra aos fatos**: condicionantes da aquisição de produtos da agricultura familiar para a alimentação escolar em municípios brasileiros. Rio de Janeiro: IPEA, 2022, 53p.

VALADARES, Alexandre Arbex. **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, 2022, 31p.

APÊNDICE A - IMPACTO DO CUMPRIMENTO DA LEI SOBRE A RECEITA NA REGIÃO NORTE DO BRASIL

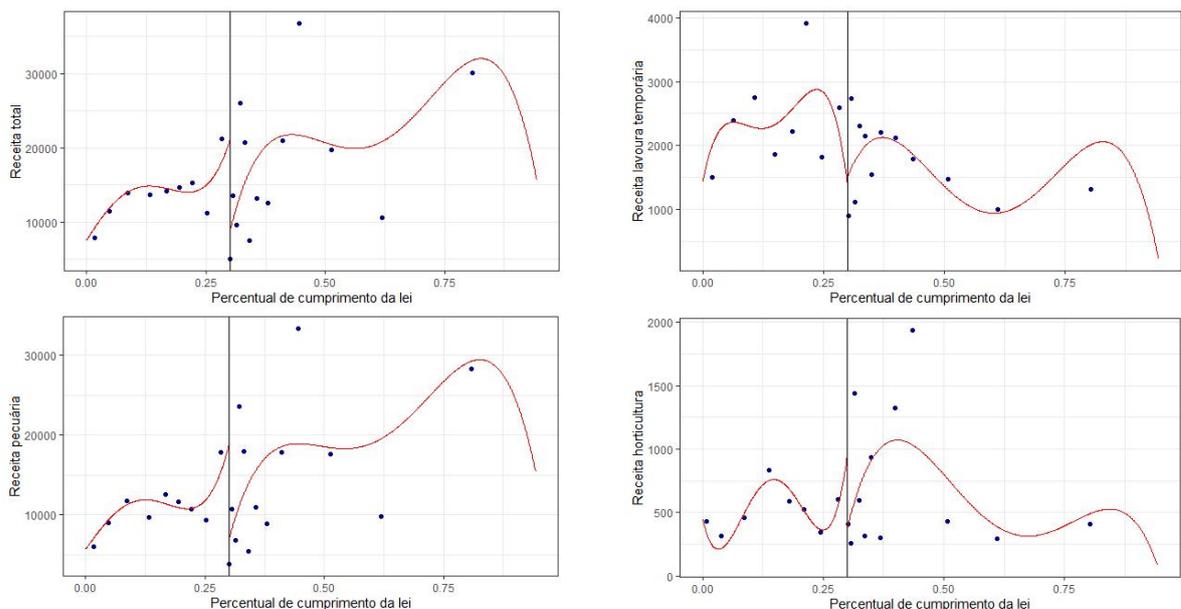
Gráfico A-1.1 - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Norte.



Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: No eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são os municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

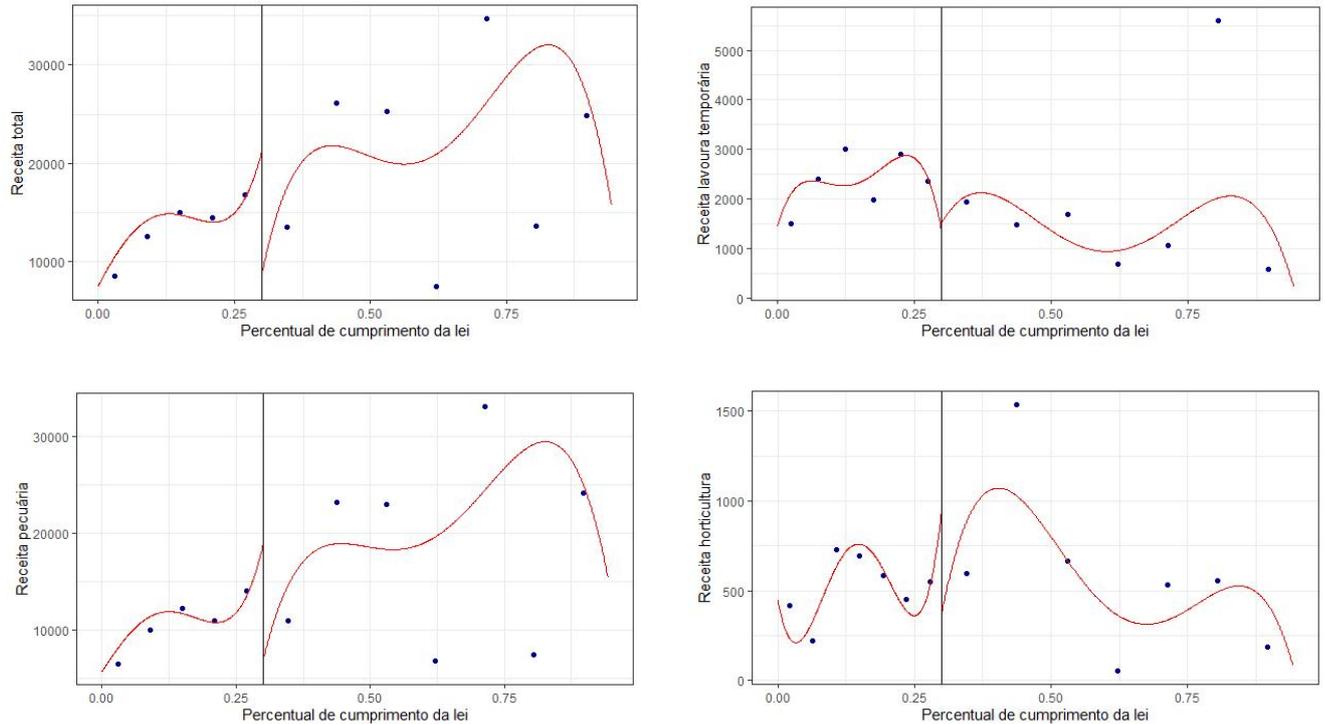
Gráfico A-1.2 - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Norte - amostra completa.



Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: no eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são os municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

Gráfico A-1.3 - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Norte usando a banda ótima.

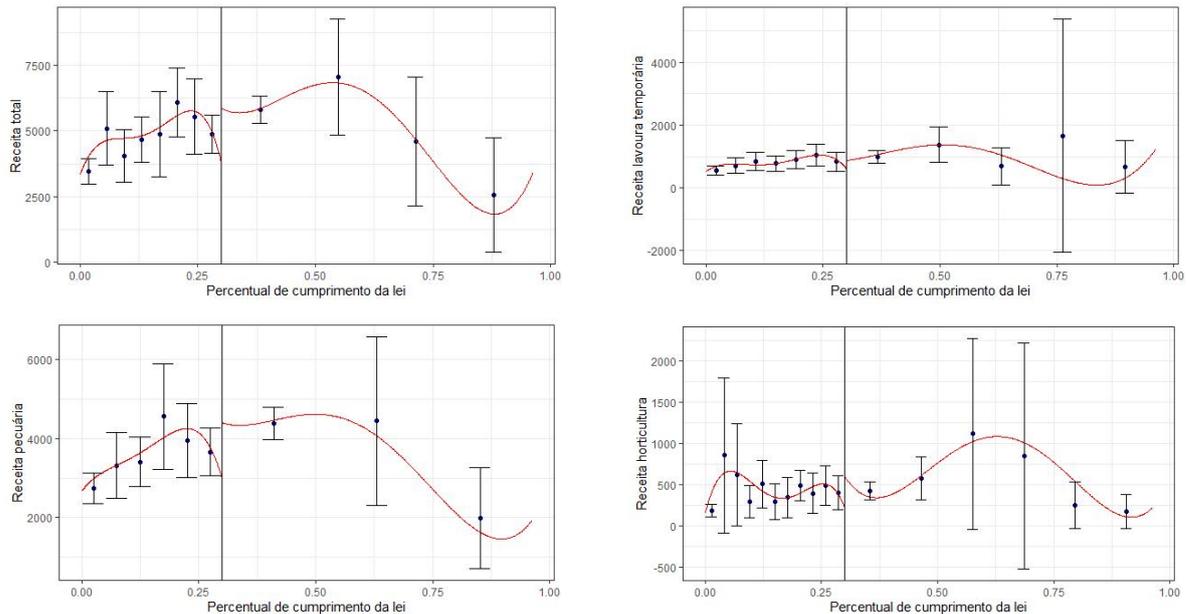


Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: No eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são os municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

APÊNDICE B - IMPACTO DO CUMPRIMENTO DA LEI SOBRE A RECEITA NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL

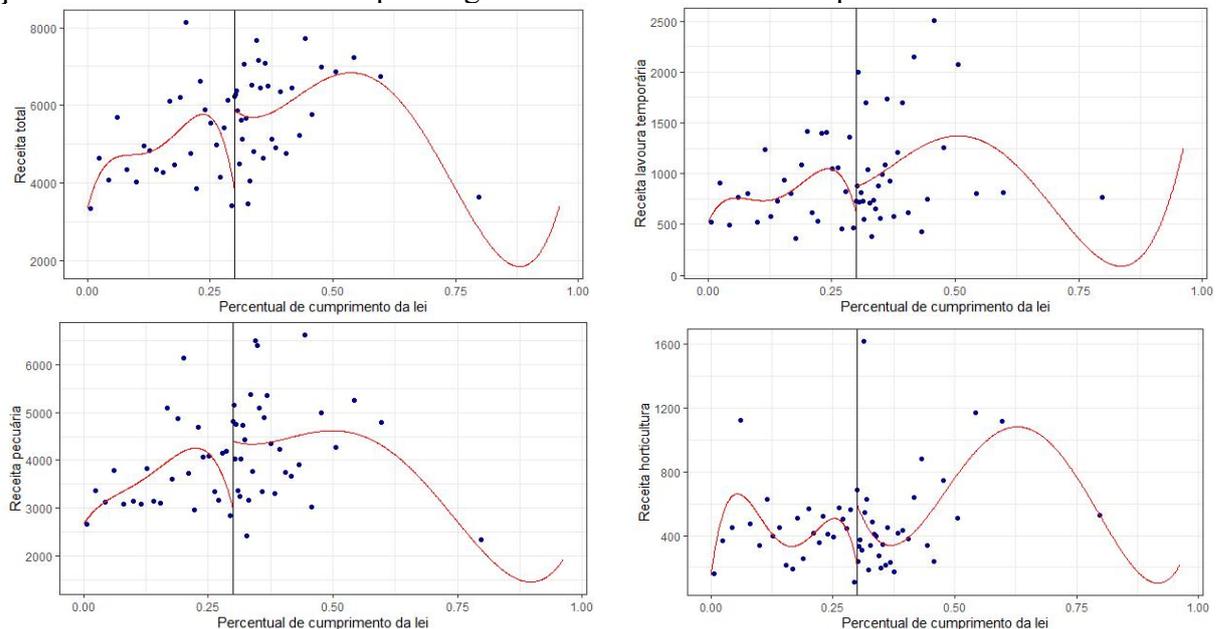
Gráfico B-1.1 - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Nordeste.



Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: No eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são os municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

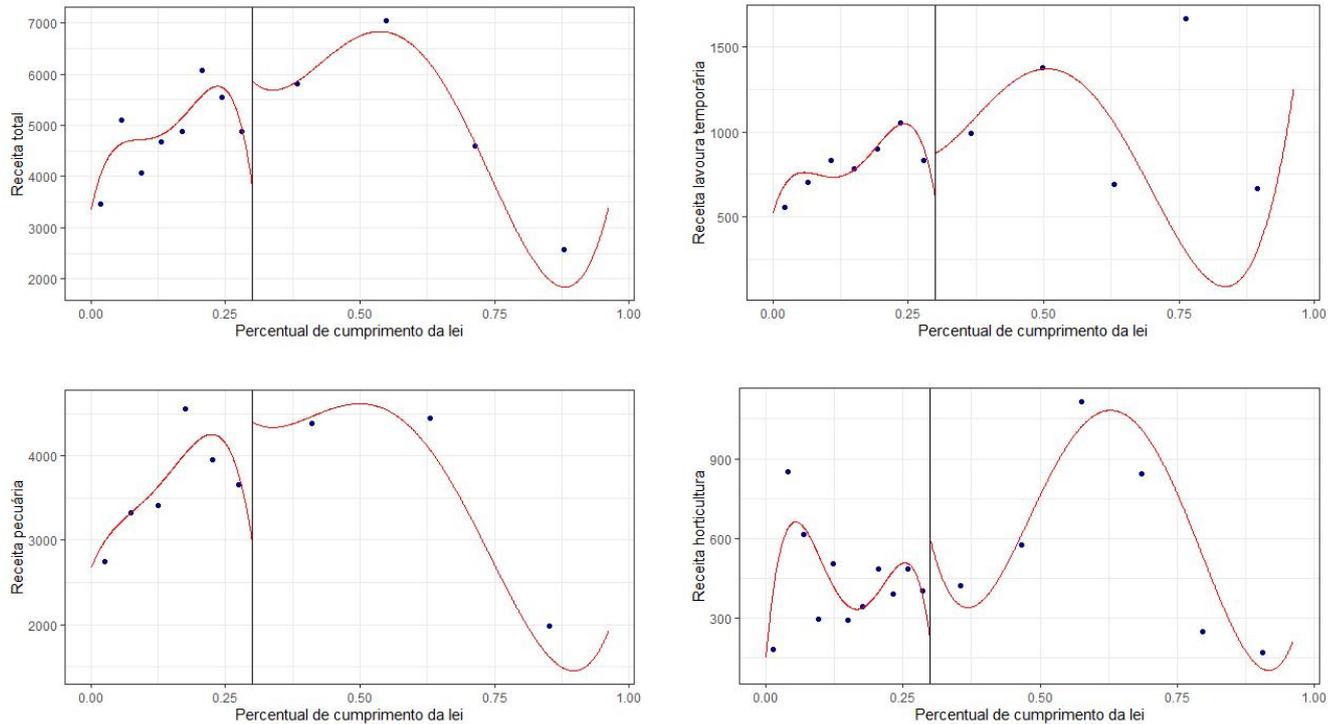
Gráfico B-1.2 - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Nordeste - amostra completa.



Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: No eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são os municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

Gráfico B-1.3 - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Nordeste usando a banda ótima.

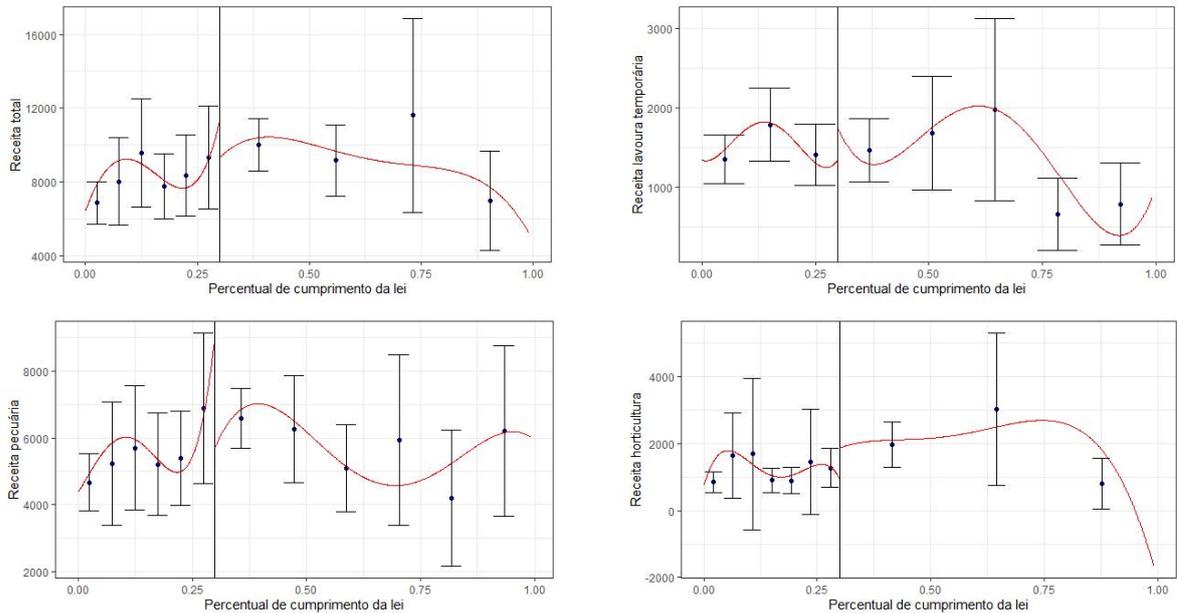


Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: No eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são os municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

APÊNDICE C - IMPACTO DO CUMPRIMENTO DA LEI SOBRE A RECEITA NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

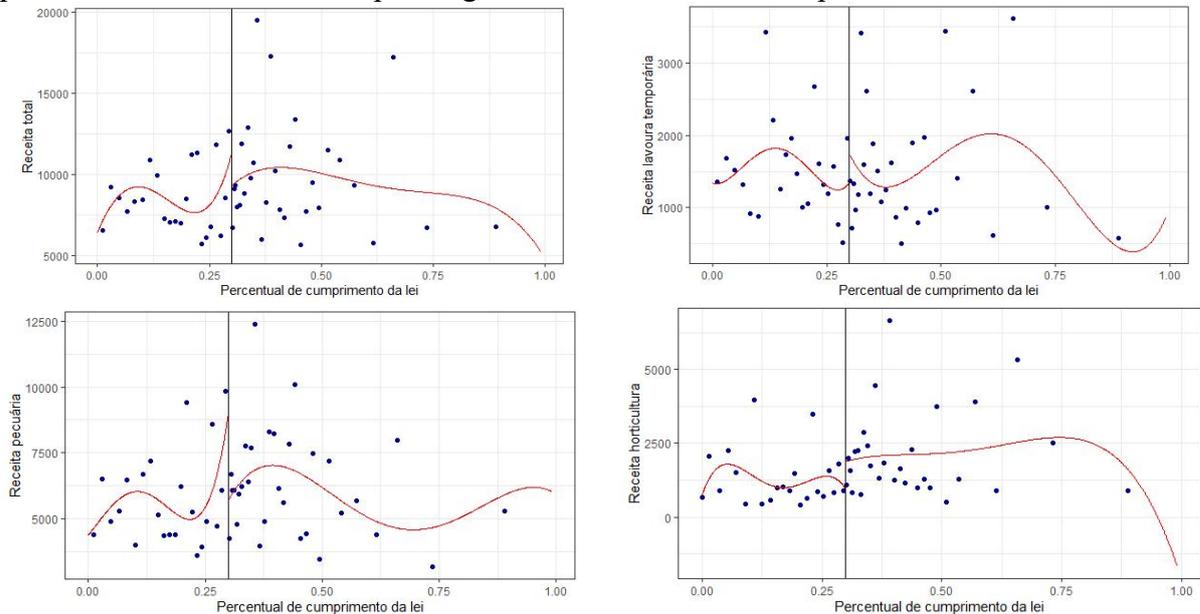
Gráfico C-1.1 - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Sudeste.



Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: No eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são os municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

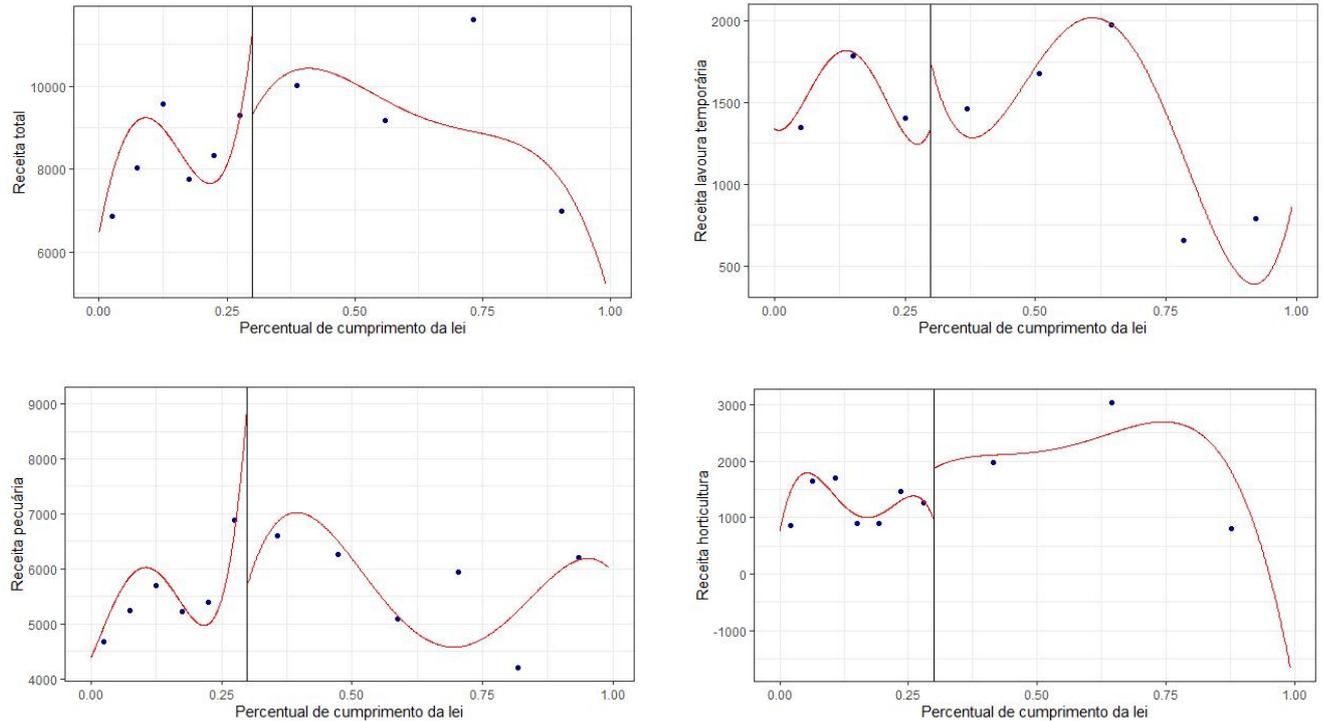
Gráfico C-1.2 - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Sudeste - amostra completa.



Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: no eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são os municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

Gráfico C-1.3 - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Sudeste usando a banda ótima.

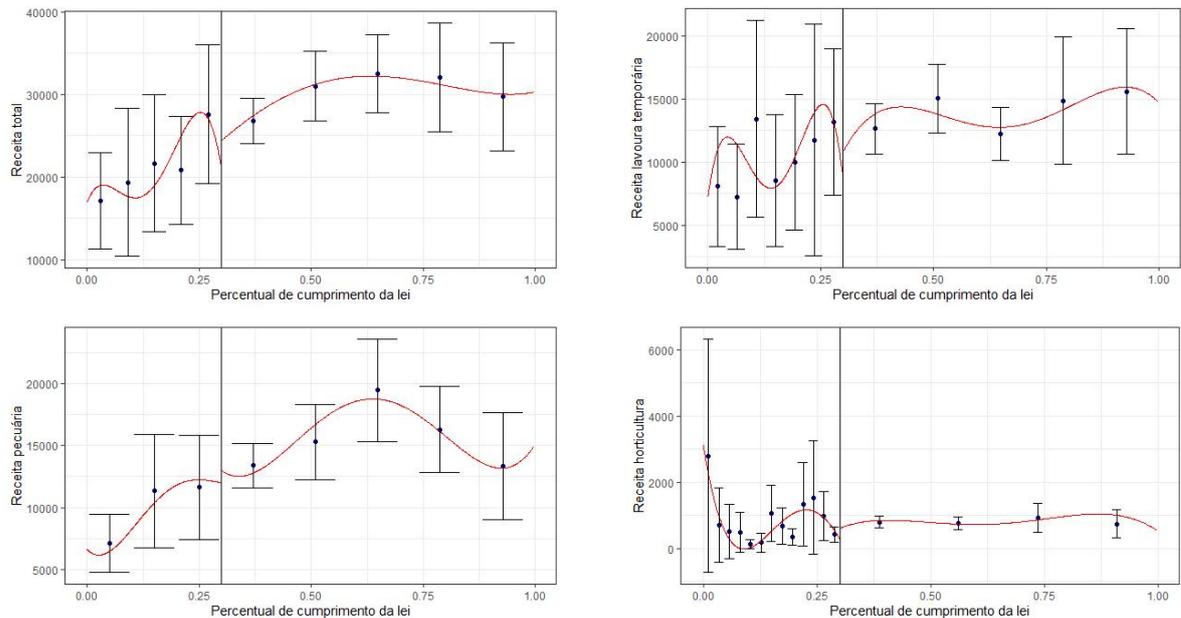


Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: No eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são os municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

APÊNDICE D - IMPACTO DO CUMPRIMENTO DA LEI SOBRE A RECEITA NA REGIÃO SUL DO BRASIL

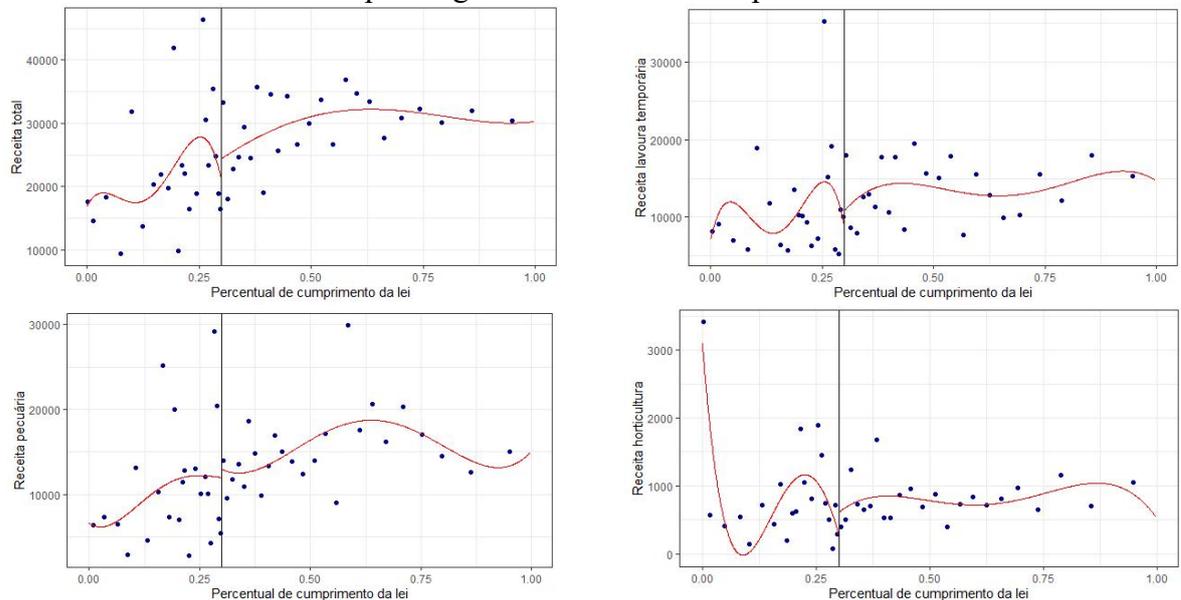
Gráfico D-1.1 - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Sul.



Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: No eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são os municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

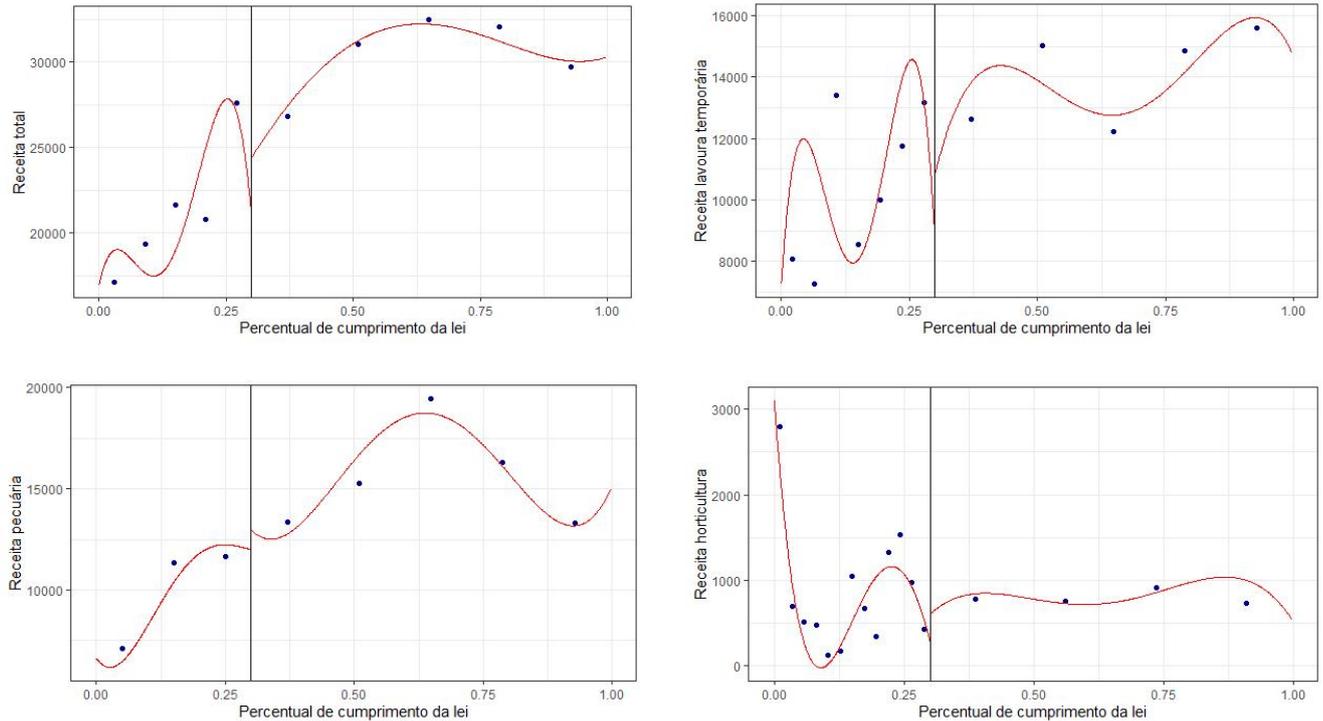
Gráfico D-1.2 - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Sul - amostra completa.



Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: No eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são os municípios 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 (*Mean Squareror*) Calonico *et al.* (2019).

Gráfico D-1.3 - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Sul usando a banda ótima.

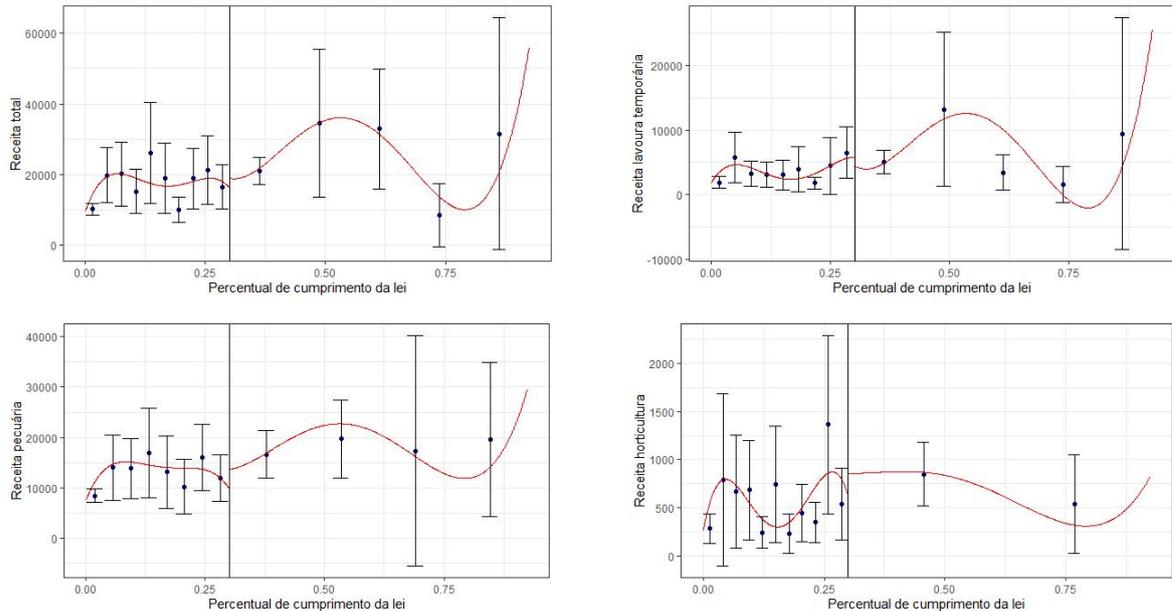


Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: No eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são os municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

APÊNDICE E - IMPACTO DO CUMPRIMENTO DA LEI SOBRE A RECEITA NA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL

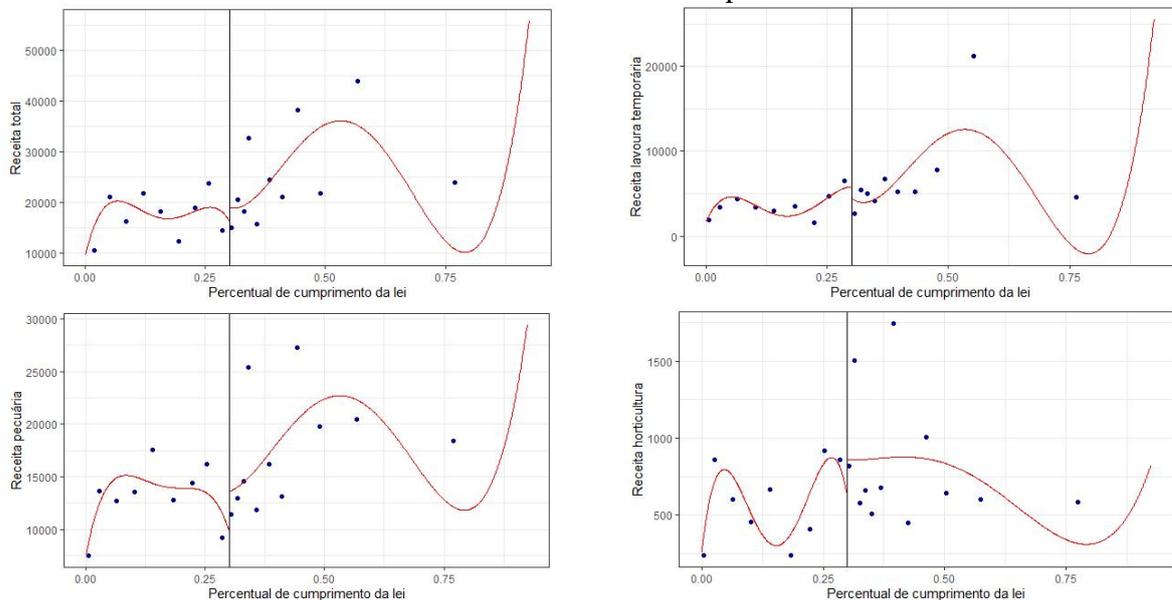
Gráfico E-1.1 - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Centro-Oeste.



Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: No eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são os municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

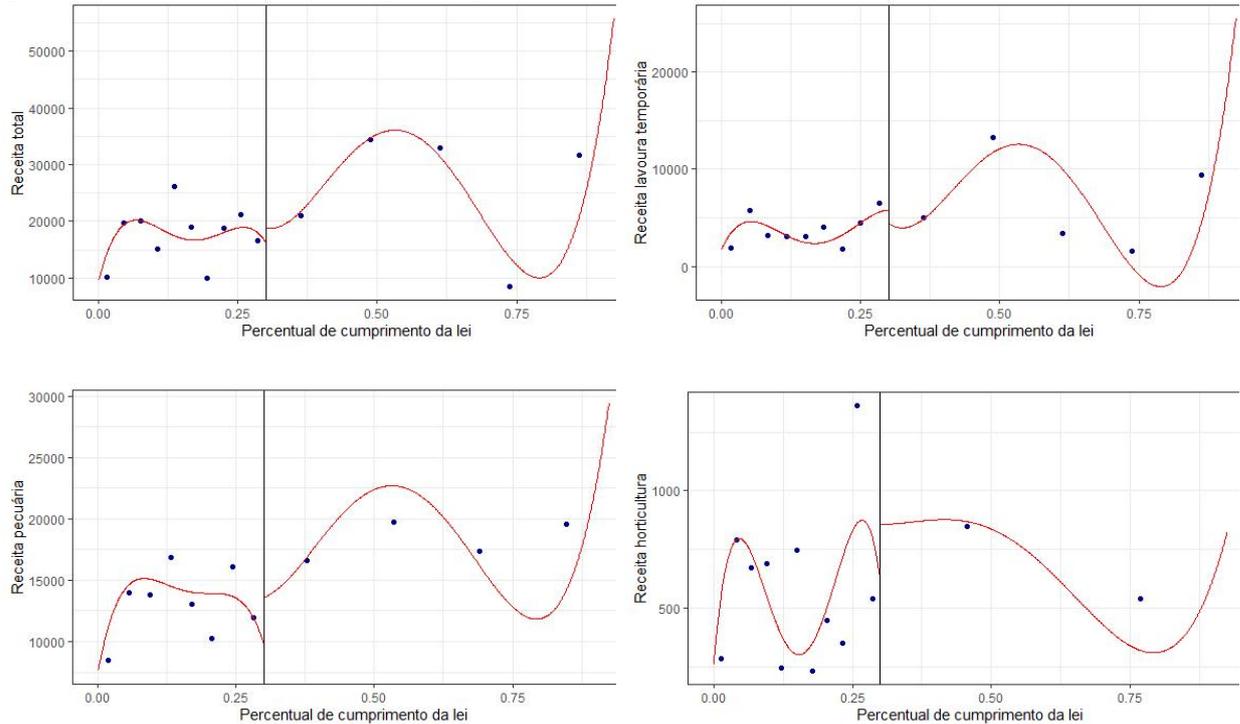
Gráfico E-1.2 - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura Centro-Oeste - amostra completa.



Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: No eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são os municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

Gráfico E-1.3 - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE receitas total, lavoura temporária, pecuária e na da horticultura para região Centro-Oeste usando a banda ótima.



Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: No eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se os municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são os municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

APÊNDICE F – BANDAS ÓTIMAS PARA ESTIMAÇÕES

Tabela F-1.1 – Banda ótima e ordem do polinômio para estimação referente ao Brasil.

	Receita				Receita lavoura temporária				Receita pecuária				Receita horticultura			
	BW est. (h) ¹		BW viés (b) ²		BW est. (h)		BW viés (b)		BW est. (h)		BW viés (b)		BW est. (h)		BW viés (b)	
	Esquerda de c	Direita de c	Esquerda de c	Direita de c	Esquerda de c	Direita de c	Esquerda de c	Direita de c	Esquerda de c	Direita de c	Esquerda de c	Direita de c	Esquerda de c	Direita de c	Esquerda de c	Direita de c
mserd	0,124	0,124	0,165	0,165	0,089	0,089	0,134	0,134	0,125	0,125	0,174	0,174	0,128	0,128	0,193	0,193
msetwo	0,12	0,168	0,159	0,235	0,087	0,164	0,128	0,224	0,139	0,137	0,184	0,199	0,107	0,166	0,163	0,263
msum	0,12	0,12	0,157	0,157	0,096	0,096	0,124	0,124	0,147	0,147	0,196	0,196	0,128	0,128	0,194	0,194
msecomb1	0,12	0,12	0,157	0,157	0,089	0,089	0,124	0,124	0,125	0,125	0,174	0,174	0,128	0,128	0,193	0,193
msecomb2	0,12	0,124	0,159	0,165	0,089	0,096	0,128	0,134	0,139	0,137	0,184	0,196	0,128	0,128	0,193	0,194
cerd	0,076	0,076	0,165	0,165	0,055	0,055	0,134	0,134	0,077	0,077	0,174	0,174	0,079	0,079	0,193	0,193
certwo	0,073	0,103	0,159	0,235	0,053	0,101	0,128	0,224	0,085	0,084	0,184	0,199	0,066	0,102	0,163	0,263
cersum	0,073	0,073	0,157	0,157	0,058	0,058	0,124	0,124	0,09	0,09	0,196	0,196	0,078	0,078	0,194	0,194
cercomb1	0,073	0,073	0,157	0,157	0,055	0,055	0,124	0,124	0,077	0,077	0,174	0,174	0,078	0,078	0,193	0,193
cercomb2	0,073	0,076	0,159	0,165	0,055	0,058	0,128	0,134	0,085	0,084	0,184	0,196	0,078	0,079	0,193	0,194
	Ordem do polinômio		Ordem do polinômio		Ordem do polinômio		Ordem do polinômio		Ordem do polinômio		Ordem do polinômio		Ordem do polinômio		Ordem do polinômio	
	p ³		q ⁴		p		q		p		q		p		q	
	2		3		2		3		2		3		2		3	

Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE. Elaboração própria.

Notas: ¹ Especifica a largura de banda principal (h) usada para construir o ponto RD estimador.

² Especifica a largura de banda de viés (b) usada para construir o estimador de correção de viés.

³ Especifica a ordem do polinômio local usado para construir o estimador pontual.

⁴ Especifica a ordem do polinômio local usado para construir o viés correção.

As bandas h e b e a ordem do polinômio foram calculados pelo comando rdbwselect no software R.

Tabela F-1.2 - Banda ótima e ordem do polinômio para estimações referente as regiões brasileiras.

Região	Seletor de largura da banda	Receita				Receita lavoura temporária				Receita pecuária				Receita horticultura			
		BW est. (h)		BW viés (b)		BW est. (h)		BW viés (b)		BW est. (h)		BW viés (b)		BW est. (h)		BW viés (b)	
		Esq. de c	Dir. de c	Esq. de c	Dir. de c	Esq. de c	Dir. de c	Esq. de c	Dir. de c	Esq. de c	Dir. de c	Esq. de c	Dir. de c	Esq. de c	Dir. de c	Esq. de c	Dir. de c
Norte	mserd	0,141	0,141	0,206	0,206	0,141	0,141	0,211	0,211	0,134	0,134	0,197	0,197	0,142	0,142	0,201	0,201
Nordeste	mserd	0,123	0,123	0,17	0,17	0,117	0,117	0,162	0,162	0,113	0,113	0,155	0,155	0,121	0,121	0,181	0,181
Sudeste	mserd	0,11	0,11	0,154	0,154	0,144	0,144	0,21	0,21	0,105	0,105	0,145	0,145	0,136	0,136	0,198	0,198
Sul	mserd	0,088	0,088	0,137	0,137	0,093	0,093	0,139	0,139	0,105	0,105	0,15	0,15	0,122	0,122	0,199	0,199
Centro-Oeste	mserd	0,094	0,094	0,124	0,124	0,08	0,08	0,126	0,126	0,115	0,115	0,161	0,161	0,115	0,115	0,138	0,138
		Ordem do polinômio				Ordem do polinômio				Ordem do polinômio				Ordem do polinômio			
		p		q		p		q		p		q		p		q	
		2		3		2		3		2		3		2		3	

Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE. Elaboração própria.

Nota: As bandas h e b e a ordem do polinômio foram calculados pelo comando rdbwselect no software R.

Tabela F-2.1 - Banda ótima e ordem do polinômio para estimação referente ao Brasil e suas regiões.

Amostra	Seletor de largura da banda	IDEB AI				IDEB AF				Taxa de abandono AI				Taxa de abandono AF			
		BW est. (h)		BW viés (b)		BW est. (h)		BW viés (b)		BW est. (h)		BW viés (b)		BW est. (h)		BW viés (b)	
		Esq. de c	Dir. de c	Esq. de c	Dir. de c	Esq. de c	Dir. de c	Esq. de c	Dir. de c	Esq. de c	Dir. de c	Esq. de c	Dir. de c	Esq. de c	Dir. de c	Esq. de c	Dir. de c
Brasil	mserd	0,101	0,101	0,133	0,133	0,083	0,083	0,104	0,104	0,072	0,072	0,097	0,097	0,081	0,081	0,111	0,111
Norte	mserd	0,058	0,058	0,104	0,104	0,060	0,060	0,099	0,099	0,080	0,080	0,132	0,132	0,143	0,143	0,206	0,206
Nordeste	mserd	0,113	0,113	0,189	0,189	0,080	0,080	0,104	0,104	0,100	0,100	0,138	0,138	0,131	0,131	0,167	0,167
Sudeste	mserd	0,110	0,110	0,153	0,153	0,109	0,109	0,145	0,145	0,100	0,100	0,139	0,139	0,096	0,096	0,152	0,152
Sul	mserd	0,123	0,123	0,162	0,162	0,101	0,101	0,147	0,147	0,102	0,102	0,149	0,149	0,108	0,108	0,159	0,159
Centro-Oeste	mserd	0,120	0,120	0,206	0,206	0,108	0,108	0,149	0,149	0,120	0,120	0,164	0,164	0,087	0,087	0,137	0,137
		Ordem do polinômio				Ordem do polinômio				Ordem do polinômio				Ordem do polinômio			
		p		q		p		q		p		q		p		q	
		2		3		2		3		2		3		2		3	

Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo da Educação Básica-INEP/MEC de 2017.

Nota: As bandas h e b e a ordem do polinômio foram calculados pelo comando rdbwselect no software R.

APÊNDICE G – TESTE DE DENSIDADE E TESTE DE SENSIBILIDADE

Tabela G-1.1 – 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

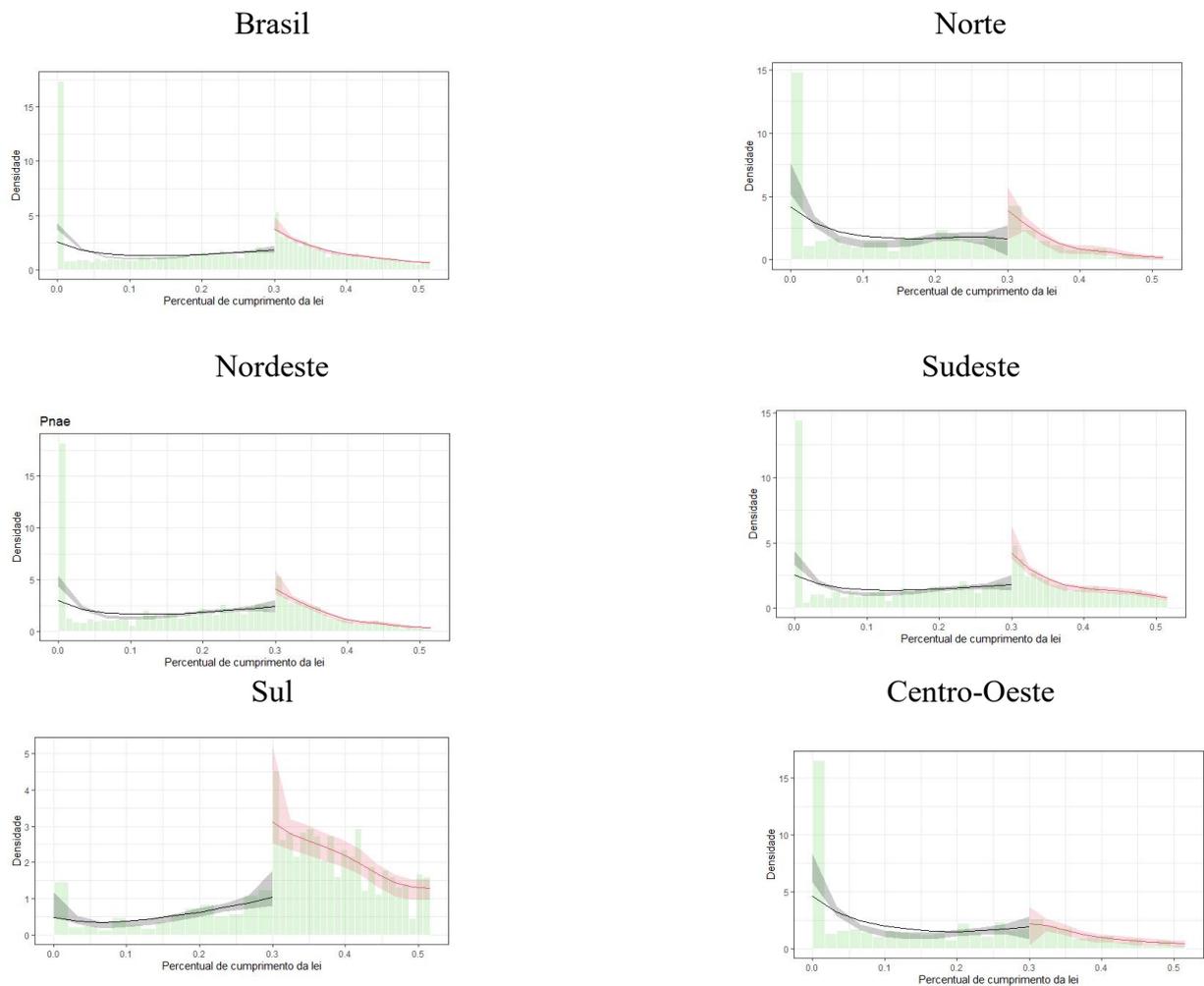
Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017. * Significante a 5%.

Tabela G-2.1 – Resultado do teste de manipulação do cumprimento da lei.

Método	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Convencional	21,8204*	6,392*	17,2929*	8,9464*	8,9228*	0,0936
Robusto	20,8193*	9,9573*	14,4546*	6,6612*	9,3653*	2,8535*

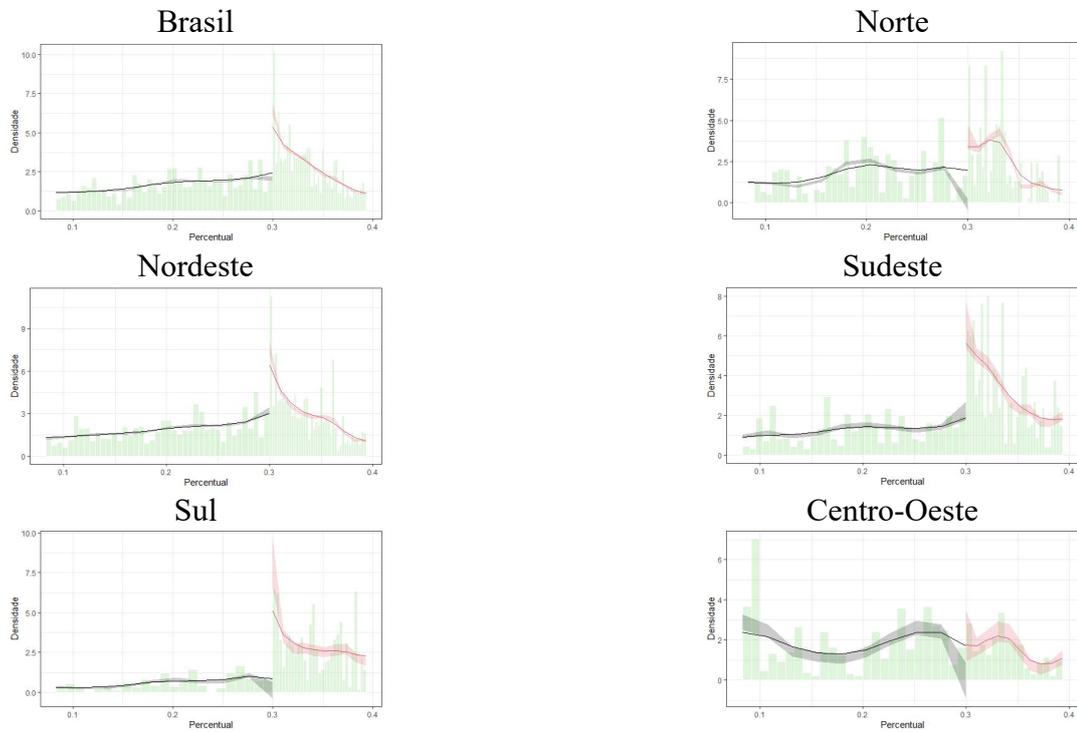
Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo da Educação Básica-INEP/MEC de 2017. * Significante a 5%.

Figura G-1.1 - Teste de manipulação sobre a densidade da descontinuidade na variável de cumprimento da lei para o Brasil e suas regiões.



Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Figura G-2.1 - Teste de manipulação sobre a densidade da descontinuidade na variável de comprimento da lei para o Brasil e suas regiões.



Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo da Educação Básica-INEP/MEC de 2017.

Tabela G-2.2 – Teste de sensibilidade do *bandwidth* e ordem do polinômio para o Brasil e regiões Nordeste, Sudeste e Sul.

Brasil													
Método	IDEB AI			IDEB AF			Taxa de abandono AI			Taxa de abandono AF			
	c = 0,20	c = 0,40	c = 0,50	c = 0,20	c = 0,40	c = 0,50	c = 0,20	c = 0,40	c = 0,50	c = 0,20	c = 0,40	c = 0,50	
Convencional	0,447 (0,288)	0,026 (0,288)	-0,175 (0,584)	0,209 (0,274)	-0,197 (0,241)	-0,049 (0,584)	-1,929 (1,538)	-0,417 (0,611)	-1,364 (0,986)	-3,130 (2,892)	-0,356 (1,276)	-2,330* (1,197)	
Viés corrigido	0,54 (0,288)	0,026 (0,288)	-0,078 (0,584)	0,258 (0,274)	-0,184 (0,241)	0,154 (0,584)	-2,168 (1,538)	-0,536 (0,611)	-1,738* (0,986)	-3,475 (2,892)	-1,142 (1,276)	-3,600* (1,197)	
Robusto	0,54 (0,317)	0,026 (0,338)	-0,078 (0,695)	0,258 (0,312)	-0,184 (0,283)	0,154 (0,69)	-2,168 (1,683)	-0,536 (0,675)	-1,738 (1,147)	-3,475 (3,182)	-1,142 (1,581)	-3,600* (1,284)	
Nordeste													
Método	IDEB AI			IDEB AF			Taxa de abandono AI			Taxa de abandono AF			
	c = 0,20	c = 0,40	c = 0,50	c = 0,20	c = 0,40	c = 0,50	c = 0,20	c = 0,40	c = 0,50	c = 0,20	c = 0,40	c = 0,50	
Convencional	0,338 (0,334)	-0,801* (0,349)	-1,393* (0,711)	0,049 (0,33)	-0,819* (0,357)	-0,626 (0,799)	-1,082 (1,424)	0,783 (0,463)	-0,558 (1,384)	-3,145 (2,97)	1,793 (1,404)	-0,295 (1,416)	
Viés corrigido	0,384 (0,334)	-0,843* (0,349)	-1,453* (0,711)	0,086 (0,33)	-0,851* (0,357)	-0,473 (0,799)	-1,188 (1,424)	0,916* (0,463)	-1,016 (1,384)	-3,662 (2,97)	1,628 (1,404)	-0,968 (1,416)	
Robusto	0,384 (0,359)	-0,843* (0,380)	-1,453* (0,743)	0,086 (0,368)	-0,851* (0,401)	-0,473 (0,914)	-1,188 (1,56)	0,916 (0,541)	-1,016 (1,468)	-3,662 (3,341)	1,628 (1,657)	-0,968 (1,508)	
Sul													
Método	Taxa de abandono AI												
	c = 0,20	c = 0,40	c = 0,50										
Convencional	0,116 (0,223)	-0,168 (0,424)	0,341 (0,345)										
Viés corrigido	0,004 (0,223)	-0,166 (0,424)	0,440 (0,345)										
Robusto	0,004 (0,230)	-0,166 (0,501)	0,440 (0,380)										

Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo da Educação Básica-INEP/MEC de 2017.

Notas: Erros padrão robustos entre parênteses. *Significante a 5%.

APÊNDICE H – ESTIMAÇÕES PARA AS REGIÕES

Tabela H-1.1 – Estimação do efeito do PNAE sobre a receita dos estabelecimentos agropecuários nas regiões Norte, Sudeste, Sul e Centro-Oeste em 2017.

Estimação sem covariadas																
	Norte				Sudeste				Sul				Centro-Oeste			
Método	RT	RL	RP	RH	RT	RL	RP	RH	RT	RL	RP	RH	RT	RL	RP	RH
Convencional	-11739,1 (7554,7)	-172,5 (893,6)	-12255,3 (8249,9)	-171,8 (467,6)	-5785,7 (5467,0)	-63,3 (725,3)	-5788,0 (4636,4)	50,2 (759,2)	15355,9* (6616,4)	11272,9* (5171,5)	1237,5 (3769,3)	399,4 (223,2)	2131,8 (5589,6)	1442,4 (2107,0)	2411,5 (4171,6)	701,7 (587,1)
Viés corrigido	-13135,8 (7554,7)	-2,3 (893,6)	-13985,8 (8249,9)	-234,3 (467,6)	-6967,8 (5467,0)	-211,4 (725,3)	-6840,5 (4636,4)	12,8 (759,2)	18182,9** (6616,4)	13093,6* (5171,5)	2375,4 (3769,3)	437,5* (223,2)	2134,3 (5589,6)	2194,7 (2107,0)	1887,1 (4171,6)	825,8 (587,1)
Robusto	-13135,8 (8627,4)	-2,3 (949,2)	-13985,8 (9309,3)	-234,3 (511,0)	-6967,8 (6387,6)	-211,4 (810,7)	-6840,5 (5418,1)	12,8 (836,8)	18182,9* (7215,2)	13093,6* (5798,6)	2375,4 (3741,1)	437,5 (248,5)	2134,3 (6300,2)	2194,7 (2307,8)	1887,1 (4665,9)	825,8 (595,4)
Estimação com covariadas																
	Norte				Sudeste				Sul				Centro-Oeste			
Método	RT	RL	RP	RH	RT	RL	RP	RH	RT	RL	RP	RH	RT	RL	RP	RH
Convencional	-10940,4 (5917,1)	-110,7 (866,1)	-10938,4 (6535,6)	-150,1 (463,2)	-3827,3 (4070,3)	144,4 (616,0)	-4255,5 (3453,5)	272,8 (719,5)	1839,6 (4612,7)	2942,6 (4217,7)	-2986,7 (3514,8)	326,1 (232,3)	-86,0 (2821,5)	1374,9 (2007,4)	-877,3 (2007,8)	638,3 (605,4)
Viés corrigido	-11372,7 (5917,1)	123,2 (866,1)	-11814,7 (6535,6)	-196,6 (463,2)	-4679,7 (4070,3)	26,7 (616,0)	-5088,2 (3453,5)	267,9 (719,5)	3364,4 (4612,7)	3792,4 (4217,7)	-2460,3 (3514,8)	356,8 (232,3)	1265,2 (2821,5)	2207,5 (2007,4)	-1901,9 (2007,8)	754,4 (605,4)
Robusto	-11372,7 (6756,1)	123,2 (907,1)	-11814,7 (7391,4)	-196,6 (502,7)	-4679,7 (4736,7)	26,7 (681,7)	-5088,2 (4020,1)	267,9 (791,9)	3364,4 (5000,2)	3792,4 (4696,1)	-2460,3 (3440,7)	356,8 (256,8)	1265,2 (3222,9)	2207,5 (2211,4)	-1901,9 (2320,5)	754,4 (610,1)

Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: RT, RL, RP e RH, equivalem a receita total, receita da lavoura temporária, receita da pecuária e receita da horticultura, respectivamente. Os resultados estatísticos foram obtidos através de uma Regressão Descontínua, utilizando as três seguintes especificações diferentes: (1) Regressão Linear Local; (2) Polinômio de ordem 2 e (3) Polinômio de ordem 3. Todas as especificações usam Kernel *Triangular*. Para à 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. *Significante a 5%. ** Significante a 1%.

APÊNDICE I – TESTE DE FALSIFICAÇÃO/PLACEBO PARA AS REGIÕES

Tabela I-1.1 – Teste de balanceamento de covariadas para as regiões Norte, Sudeste, Sul e Centro-Oeste.

Covariadas	Efeito RD - Norte	Efeito RD - Sudeste	Efeito RD - Sul	Efeito RD - Centro- Oeste
Área	6338,06 (0,714)	-1800,26 (0,334)	5135,52* (0,001)	2312,54 (0,637)
Ocupação	-471,09 (0,886)	3,94 (0,773)	850,40* (0,000)	175,80 (0,566)
Escolaridade	63,73 (0,404)	-6,18 (0,614)	5,61 (0,485)	9,39 (0,459)
Orientação técnica	-17,10 (0,787)	-5,97 (0,612)	133,29* (0,017)	-10,50 (0,863)
Associado	-234,05 (0,263)	5,84 (0,841)	134,05* (0,008)	-19,55 (0,585)
Idade	-125,93 (0,834)	-10,28 (0,671)	291,83* (0,000)	49,06 (0,616)
Prática agrícola	-24,52 (0,994)	36,30 (0,695)	243,22* (0,002)	-7,82 (0,972)
Crédito rural	-5,59 (0,225)	-4,36 (0,168)	5,30* (0,007)	6,17 (0,079)

Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: Balanceamento das covariadas. p-valor entre parênteses. *Significante a 5%.

Tabela I-2.1 – Teste de balanceamento de covariadas para as regiões Norte, Sudeste e Centro-Oeste.

Covariadas	Efeito RD - Norte	Efeito RD - Sudeste	Efeito RD - Centro-Oeste
Matrícula AI	-6,7504 (0,429)	0,0281 (0,848)	-11,0478 (0,906)
Matrícula AF	-3,1063 (0,736)	3,2780 (0,336)	-11,8963 (0,613)
Aluno/turma AI	0,0888 (0,751)	0,1652 (0,598)	8,3119* (0,000)
Aluno/turma AF	-6,3710* (0,001)	-0,6346 (0,492)	5,3081* (0,024)
Funcionários	-1,3141 (0,680)	-1,7676 (0,347)	-6,2943 (0,129)
Turmas AI	-0,1051 (0,879)	-0,0588 (0,760)	-1,2780 (0,095)
Turmas AF	0,0177 (0,637)	0,2037 (0,199)	-0,7641 (0,260)
Docentes AI	-0,5825 (0,223)	-0,5569 (0,325)	1,7789 (0,156)
Docentes AF	-0,7389 (0,269)	0,5358 (0,432)	-1,0204 (0,405)
Computador	0,0286 (0,331)	-0,1460* (0,000)	-0,0914* (0,038)

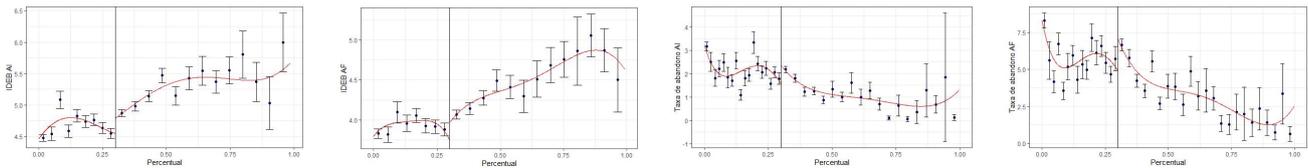
Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo da Educação Básica-INEP/MEC de 2017.

Notas: Balanceamento das covariadas. p-valor entre parênteses. *Significante a 5%.

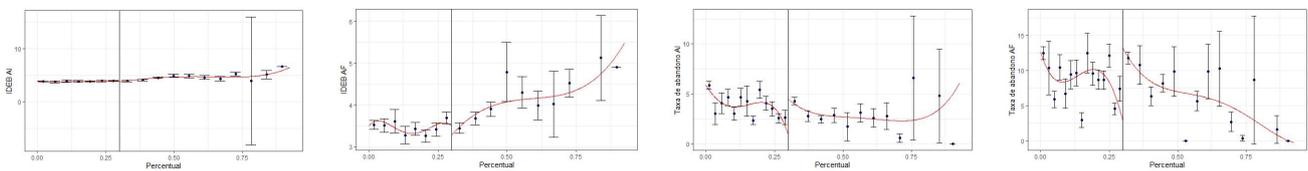
APÊNDICE J - IMPACTO DO CUMPRIMENTO DA LEI SOBRE A NOTA DO IDEB E DA TAXA DE ABANDONO NAS ESCOLAS RURAIS – BRASIL, NORTE, NORDESTE, SUDESTE, SUL E CENTRO-OESTE

Gráfico J-2.1 - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE na nota do IDEB (anos iniciais e finais) e da taxa de abandono (anos iniciais e finais) nas escolas rurais.

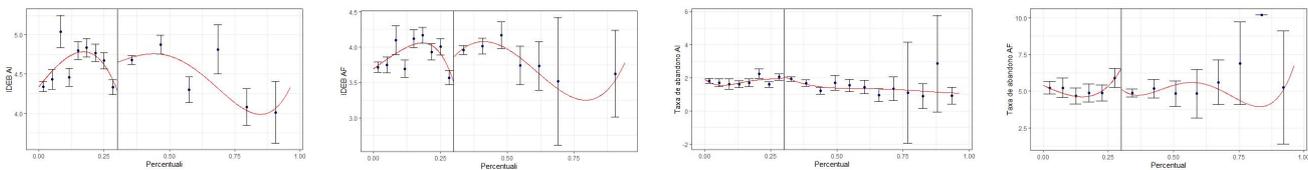
Brasil



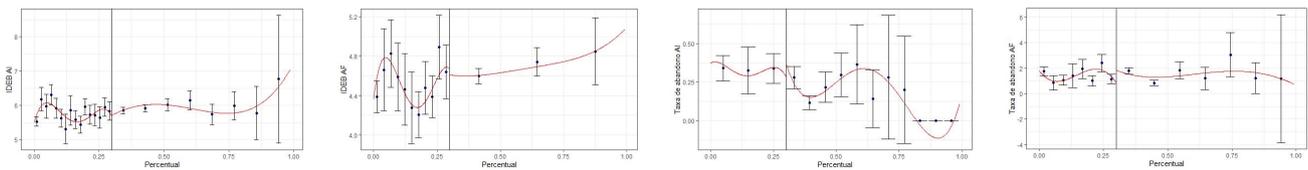
Norte



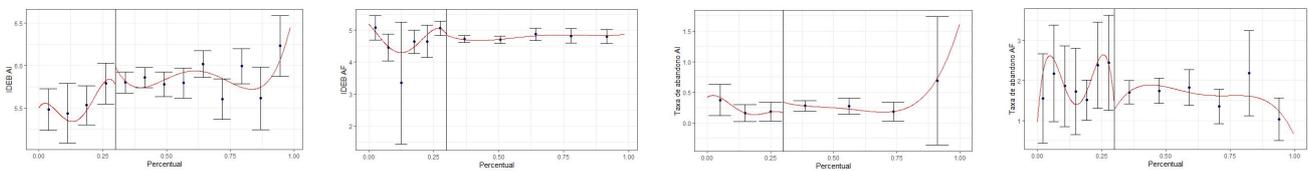
Nordeste



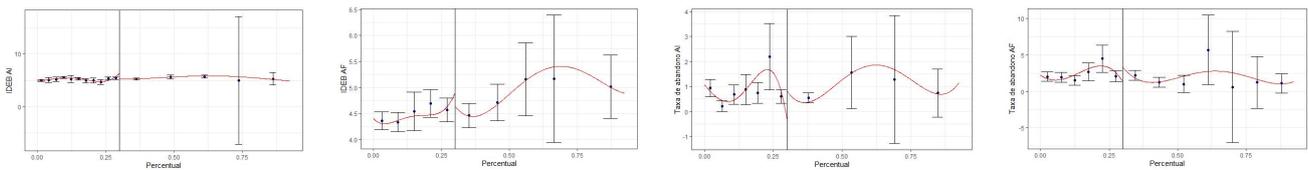
Sudeste



Sul



Centro-Oeste

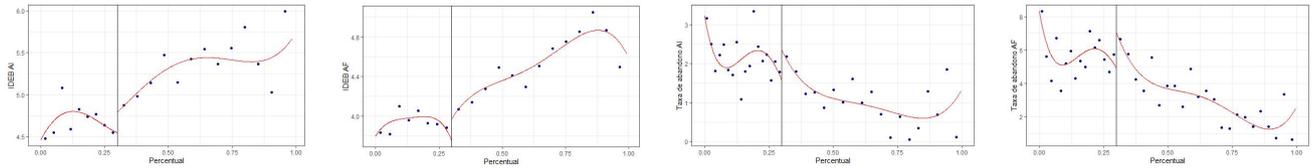


Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

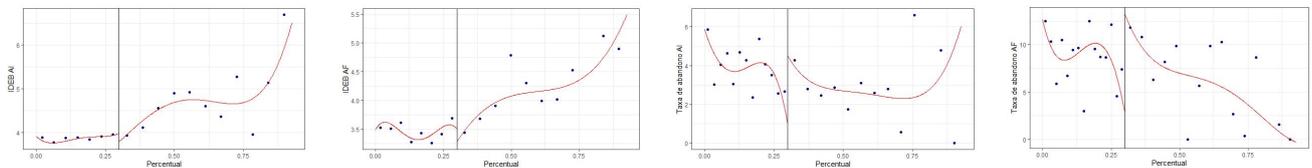
Notas: No eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se as escolas que estão localizadas em municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são as escolas localizadas em municípios que cumpriram a lei (grupo de tratamento). No tocante à largura ótima foi utilizada a opção mserd, que é um seletor de largura de banda ideal MSE (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).

Gráfico J-2.2 - Análise gráfica do RDD, impacto do PNAE na nota do IDEB (anos iniciais e finais) e da taxa de abandono (anos iniciais e finais) nas escolas rurais usando a banda ótima.

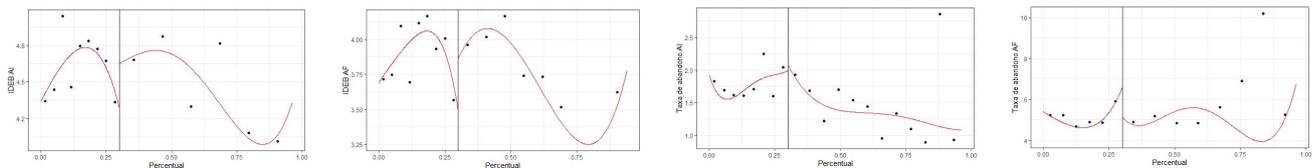
Brasil



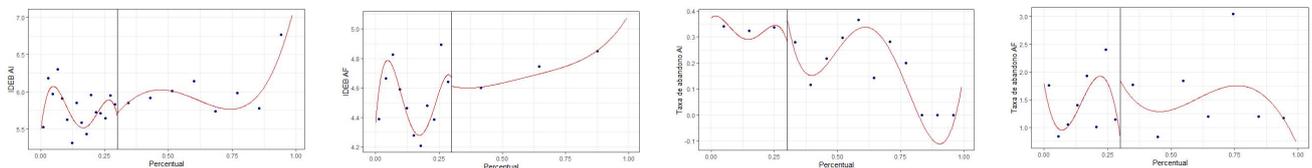
Norte



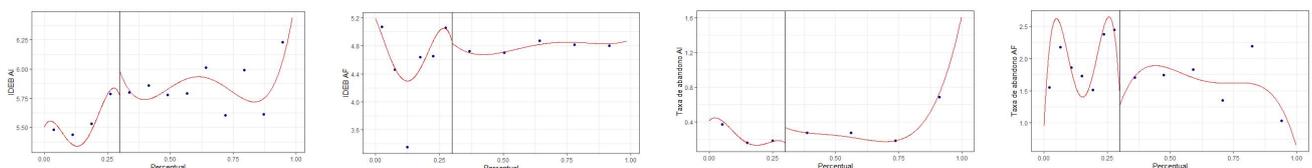
Nordeste



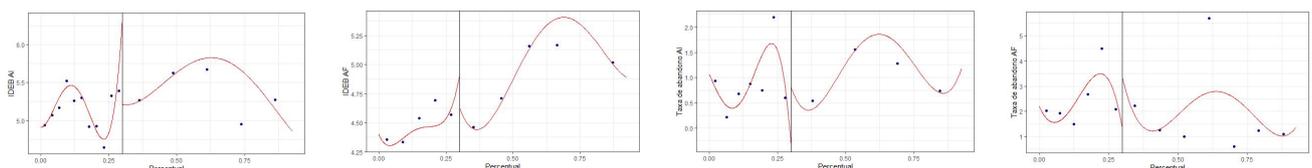
Sudeste



Sul



Centro-Oeste



Fonte: Elaborado a partir de dados do FNDE e Censo Agropecuário/IBGE de 2017.

Notas: No eixo x, à esquerda do ponto de corte (igual a 30%) tem-se as escolas que estão localizadas em municípios que não cumpriram a lei (grupo de controle) e à direita do ponto são as escolas localizadas em municípios 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 (*Mean Square Error*) de Calonico *et al.* (2019).