

TEXTO PARA DISCUSSÃO

3023

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DOS
EMPRÉSTIMOS DOS FUNDOS
CONSTITUCIONAIS DESTINADOS AO
FINANCIAMENTO DO PRONAF NOS
MUNICÍPIOS DAS REGIÕES NORTE,
NORDESTE E CENTRO-OESTE**

MÁRCIO BRUNO RIBEIRO



**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DOS
EMPRÉSTIMOS DOS FUNDOS
CONSTITUCIONAIS DESTINADOS AO
FINANCIAMENTO DO PRONAF NOS
MUNICÍPIOS DAS REGIÕES NORTE,
NORDESTE E CENTRO-OESTE**

MÁRCIO BRUNO RIBEIRO¹

1. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Dirur/Ipea).
E-mail: marcio.ribeiro@ipea.gov.br.

Governo Federal

Ministério do Planejamento e Orçamento

Ministra Simone Nassar Tebet

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidenta

LUCIANA MENDES SANTOS SERVO

Diretor de Desenvolvimento Institucional

FERNANDO GAIGER SILVEIRA

**Diretora de Estudos e Políticas do Estado,
das Instituições e da Democracia**

LUSENI MARIA CORDEIRO DE AQUINO

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

CLÁUDIO ROBERTO AMITRANO

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais,
Urbanas e Ambientais**

ARISTIDES MONTEIRO NETO

**Diretora de Estudos e Políticas Setoriais,
de Inovação, Regulação e Infraestrutura**

FERNANDA DE NEGRI

Diretor de Estudos e Políticas Sociais

CARLOS HENRIQUE LEITE CORSEUIL

Diretor de Estudos Internacionais

FÁBIO VÉRAS SOARES

Chefe de Gabinete

ALEXANDRE DOS SANTOS CUNHA

**Coordenadora-Geral de Imprensa e
Comunicação Social**

GISELE AMARAL

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2024

Ribeiro, Márcio Bruno

Avaliação do impacto dos empréstimos dos fundos constitucionais destinados ao financiamento do Pronaf nos municípios das regiões norte, nordeste e centro-oeste / Márcio Bruno Ribeiro. – Brasília, DF: Ipea, 2024. 45 p. : il., gráfs., mapas. – (Texto para Discussão ; n. 3023).

Inclui Bibliografia.

ISSN 1415-4765

1. Fundos Constitucionais de Financiamento. 2. Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). 3. Avaliação de Impacto. 4. Função Dose-resposta. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. II. Título.

CDD 338.10981

Ficha catalográfica elaborada por Elizabeth Ferreira da Silva CRB-7/6844.

Como citar:

RIBEIRO, Márcio Bruno. **Avaliação do impacto dos empréstimos dos fundos constitucionais destinados ao financiamento do Pronaf nos municípios das regiões norte, nordeste e centro-oeste.** Brasília, DF: Ipea, jul. 2024. 45 p. : il. (Texto para Discussão, n. 3023). DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td3023-port>

JEL: R58; R51; C52.

DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td3023-port>

As publicações do Ipea estão disponíveis para download gratuito nos formatos PDF (todas) e ePUB (livros e periódicos).

Acesse: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	6
2 PARTICIPAÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR NOS EMPRÉSTIMOS DOS FUNDOS CONSTITUCIONAIS E DESSES COMO FONTES DE FINANCIAMENTO DO PRONAF NAS REGIÕES NORTE, NORDESTE E CENTRO-OESTE NO PERÍODO DE 2002 A 2016.....	9
3 METODOLOGIA E DADOS ESTATÍSTICOS UTILIZADOS.....	14
4 RESULTADOS EMPÍRICOS	23
4.1 Estimativas dos modelos para o escore de propensão generalizado da intensidade dos empréstimos e verificação da propriedade de equilíbrio das covariáveis.....	23
4.2 Estimativas das funções dose-resposta e efeito do tratamento.....	31
4.3 Análise pormenorizada dos impactos dos financiamentos do FNE-Pronaf	39
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS	44

SINOPSE

Este trabalho busca avaliar empiricamente os efeitos econômicos dos empréstimos dos fundos constitucionais de financiamento destinados ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) nos municípios de suas regiões de atuação. Para isso, além dos dados referentes àqueles empréstimos para os anos de 2012 a 2016, utilizaram-se indicadores do emprego e da produção da agricultura familiar, e um conjunto de variáveis características desses estabelecimentos em cada município, obtidos a partir das informações disponibilizadas nos Censos Agropecuários de 2006 e 2017. Os resultados provenientes de estimativas do escore de propensão generalizado e de funções dose-resposta indicaram efeitos marginais positivos e estatisticamente significativos apenas para o Fundo Constitucional do Nordeste (FNE), e em uma faixa intermediária de valores que sugere a existência de níveis mínimo, máximo e ótimo para a intensidade média dos seus financiamentos.

Palavras-chave: fundos constitucionais de financiamento; Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf); avaliação de impacto; função dose-resposta.

ABSTRACT

This paper aims to evaluate empirically the economic effects of loans from Constitutional Financial Funds to the National Program for Strengthening Family Agriculture (Pronaf) in the municipalities of their respective regions. In addition to the data of those loans for the period 2012-2016, we used indicators of employment and production of family farming, together with a set of covariates that characterize these establishments in each municipality, obtained from the information available in the 2006 and 2017 Brazilian Agricultural Censuses. Our results from generalized propensity score and dose-response functions estimates indicated positive and statistically significant marginal effects only for the Northeast Constitutional Fund (FNE), and within a range of values that suggests the existence of minimum, maximum and optimal levels for the average intensity of its loans.

Keywords: constitutional financial funds; National Program for Strengthening Family Agriculture; impact evaluation; dose-response function.

1 INTRODUÇÃO

Com o objetivo de reduzir as desigualdades inter-regionais e promover o desenvolvimento local pelo fomento de atividades produtivas, os Fundos Constitucionais de Financiamento do Norte (FNO), do Nordeste (FNE) e do Centro-Oeste (FCO) foram previstos na Constituição Federal de 1988 (CF/1988) e posteriormente instituídos pela Lei nº 7.827/1989. Seus recursos têm como fonte principal a parcela de 3% das arrecadações do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e do Imposto de Renda (IR), sendo emprestados a taxas de juros subsidiadas e com ênfase em micro e pequenos produtores. Desde 2007, os fundos constitucionais estão inseridos na Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR) como seus principais instrumentos financeiros do governo federal na busca por redução das disparidades e promoção do desenvolvimento territorial.

A literatura que avaliou empiricamente os efeitos econômicos dos empréstimos dos fundos constitucionais é relativamente recente e tem se utilizado de distintas escalas de análise e metodologias de identificação causal, fornecendo um conjunto de evidências que podem ser consideradas complementares. No nível das empresas formalizadas, os estudos de Silva, Resende e Silveira Neto (2009) e Soares, Sousa e Pereira Neto (2009) obtiveram estimativas após pareamento por escore de propensão, evidenciando, para o início dos anos 2000, impactos positivos do FNE sobre a taxa de variação do emprego e ausência de efeitos significativos quanto à variação do salário médio. Em estudo mais recente, que buscou controlar para a heterogeneidade não observável entre empresas formais e desagregou as estimativas por finalidade do crédito (custeio ou investimento), tamanho (número de funcionários) e setor do empreendimento, Daniel e Braga (2020) evidenciaram efeitos positivos do FNO no período 2000-2010 sobre o estoque de empregos em diversas desagregações, e sobre os salários médios apenas no caso das firmas do setor secundário.

Dois estudos realizados nas escalas dos municípios e das microrregiões,¹ a partir da estimativa de modelos de dados em painel, avaliaram possíveis diferenciações dos impactos dos fundos constitucionais no crescimento econômico segundo o grau de desenvolvimento daquelas localidades. Em Linhares *et al.* (2014), foram evidenciados impactos positivos do FNE sobre o crescimento médio do produto interno bruto (PIB) *per capita* entre 2002 e 2008 nos municípios em estágio intermediário de desenvolvimento

1. O conceito de microrregião foi utilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) até 2017 para detalhar a divisão geográfica regional do país em áreas individualizadas e com características semelhantes, pertencentes a uma mesma Unidade da Federação (UF). Segundo o IBGE, na identificação de cada microrregião, foram adotados como quesitos a produção econômica e a articulação entre os municípios componentes.

(sendo esse grau de desenvolvimento medido pelo valor do PIB *per capita* em 2002), onde predominavam localidades classificadas como estagnadas, baixa renda ou dinâmicas segundo a tipologia atribuída pela PNDR.² De modo complementar, Resende, Silva e Silva Filho (2018) investigaram os efeitos dos empréstimos conjuntos dos três fundos sobre o crescimento do PIB *per capita* municipal e microrregional no período 1999-2011. Os resultados apontaram impactos positivos diretos e transbordamentos para a vizinhança nas localidades classificadas como dinâmicas ou de baixa renda, com maiores magnitudes para os efeitos de transbordamento.

Dois estudos empíricos recentes foram motivados por alterações na legislação referente a duas áreas de atuação específica do FNE, buscando avaliar os impactos decorrentes de mudanças consideradas como exógenas em termos metodológicos. Da Mata e Resende (2020) utilizaram a análise por diferenças em diferenças para um grupo de 102 municípios da região Nordeste incorporados na área do semiárido a partir de 2005. Os resultados das estimativas para o período 2000-2010 apontaram um aumento significativo no número de operações de crédito *per capita* naquelas localidades, que foram destinadas em grande parte aos pequenos produtores de gado, mas sem evidências de impactos significativos sobre o crescimento do produto nos níveis municipal ou setorial. Oliveira e Silveira Neto (2021) buscaram explorar a descontinuidade espacial existente entre os municípios de Minas Gerais e Espírito Santo que têm acesso aos recursos do FNE, por pertencerem à área de abrangência da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), e as demais localidades desses dois estados. Ao restringir a análise para um grupo de 72 municípios que ingressaram na área da Sudene em 1998 (segundo a Lei Complementar nº 9.690/1998), não foram evidenciados desempenhos diferenciados no ano de 2010 em relação ao PIB *per capita*, contratações de trabalhadores ou grau de informalidade da mão de obra.

Mesmo em vista de uma relativa diversidade de análises e evidências empíricas, há a possibilidade de aprofundar as investigações sobre a efetividade dos recursos dos fundos constitucionais alocados em setores de atividade ou programas específicos. Os estudos nesta direção foram de Resende (2012), que avaliou os efeitos econômicos dos empréstimos do FNE-industrial concedidos em 2000 no estado do Ceará; e de Oliveira, Menezes e Resende (2018), sobre os impactos do programa FCO Empresarial entre 2004 e 2011 no estado de Goiás. Essas duas modalidades analisadas são destinadas ao financiamento de empresas formais dos setores industrial e comércio/serviços.

2. Mais detalhes sobre a classificação das localidades pela tipologia definida na PNDR serão apresentados na seção 3 deste trabalho.

Assim, pode-se afirmar que ainda não há evidências empíricas sobre os impactos na agricultura familiar, segmento no qual os fundos constitucionais estiveram entre as maiores fontes de financiamento nas suas regiões de atuação de 2002 a 2016.³

Este trabalho busca avaliar empiricamente os efeitos econômicos dos empréstimos do FNO, do FNE e do FCO destinados ao financiamento do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) nos municípios de suas respectivas áreas de atuação. Nesta análise, além dos dados referentes àqueles empréstimos para o período de 2012 a 2016, foram utilizados indicadores sobre o emprego e a produção da agricultura familiar, e um conjunto de variáveis características desses estabelecimentos em cada município, obtidos a partir das informações disponibilizadas nos Censos Agropecuários 2006 e 2017. A metodologia utilizada, referente às estimativas do escore de propensão generalizado e da função dose-resposta (proposta inicialmente em Hirano e Imbens (2004) e com a posterior incorporação de algumas flexibilizações pelo uso de modelos semiparamétricos), permite comparar os desempenhos médios da agricultura familiar em municípios semelhantes quanto a um conjunto de variáveis observáveis, mas submetidos a distintas intensidades com relação aos valores dos financiamentos.

Os resultados obtidos indicaram que os efeitos marginais dos empréstimos do FNO e do FCO no período não impactaram de forma significativa o número de pessoas ocupadas e o valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar em 2017. Para o FNE, foram evidenciados efeitos marginais positivos e estatisticamente significativos em uma faixa intermediária de valores, o que sugere a existência de níveis mínimo, máximo e ótimo para a intensidade média dos financiamentos.

Este trabalho está organizado em cinco seções, sendo a primeira esta introdução. A seção 2 apresenta uma breve análise sobre as participações do segmento da agricultura familiar nos empréstimos dos fundos constitucionais, e desses no financiamento do Pronaf nas três regiões de 2002 a 2016, servindo de motivação para a avaliação empírica proposta no trabalho. A seção 3 descreve a metodologia e os dados estatísticos utilizados na avaliação. A seção 4 apresenta os resultados empíricos, e a última é destinada às considerações finais.

3. Mais informações sobre a participação dos fundos constitucionais no financiamento da agricultura familiar serão apresentadas na seção 2 deste trabalho.

2 PARTICIPAÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR NOS EMPRÉSTIMOS DOS FUNDOS CONSTITUCIONAIS E DESSES COMO FONTES DE FINANCIAMENTO DO PRONAF NAS REGIÕES NORTE, NORDESTE E CENTRO-OESTE NO PERÍODO DE 2002 A 2016

Os recursos financeiros dos fundos constitucionais têm como agentes operadores os Bancos da Amazônia (FNO), do Nordeste (FNE) e do Brasil (FCO). Segundo a Lei nº 7.827/1989 (art. 6º, parágrafo único), do total dos recursos arrecadados entregues pela União,⁴ 60% são destinados ao FNE, enquanto o FNO e o FCO ficam cada um com 20%. Em comparação ao mercado de crédito bancário, os empréstimos dos fundos constitucionais são concedidos em condições mais favoráveis em termos de juros, prazos e carência, com a previsão normativa de estarem em consonância com os planos regionais de desenvolvimento.

Desde a segunda metade dos anos 1990, os recursos dos fundos constitucionais têm financiado o Pronaf. Esse programa foi inicialmente instituído pela Resolução do Banco Central do Brasil (BCB) nº 2.191/1995, com a finalidade de estabelecer uma linha de crédito rural específica para a agricultura familiar. Posteriormente, o Pronaf foi reformulado pelo Decreto nº 1.946/1996, no qual consta como uma das suas diretrizes a melhora da qualidade de vida daquele segmento, mediante promoção do desenvolvimento rural de forma sustentada, aumento da capacidade produtiva e abertura de novas oportunidades de emprego e renda. Contudo, apenas em 2006 foram estabelecidas as diretrizes para a formulação de uma política nacional para a agricultura familiar. A Lei nº 11.326/2006 definiu o conceito de agricultor familiar, além dos princípios e instrumentos de política para o segmento.

Uma breve análise dos dados sobre as operações de empréstimos dos fundos constitucionais⁵ permite verificar a participação do segmento da agricultura familiar nas quantidades e nos valores totais dos financiamentos. Os gráficos 1 e 2 apresentam, respectivamente, as evoluções das participações percentuais das quantidades de

4. Além de parcelas das arrecadações do IPI e do IR, há na Lei nº 7.827/1989 (art. 6º) a previsão de recursos adicionais provenientes de: retornos e resultados dos empréstimos; remuneração dos recursos não emprestados; contribuições, doações, financiamentos e recursos de outras origens concedidos por entidades públicas ou privadas; e dotações orçamentárias ou outros recursos previstos em lei.

5. Esses dados foram obtidos a partir da agregação dos microdados contabilizados pelos bancos operadores, referentes às operações de empréstimo de cada um dos fundos. Os microdados foram disponibilizados pela Controladoria-Geral da União (CGU) para subsidiar uma avaliação dos fundos constitucionais realizada no âmbito do Comitê de Monitoramento e Avaliação de Políticas Públicas (CMAP). Por questão de sigilo das informações individuais dos tomadores dos empréstimos, esses dados foram analisados e divulgados apenas no formato agregado.

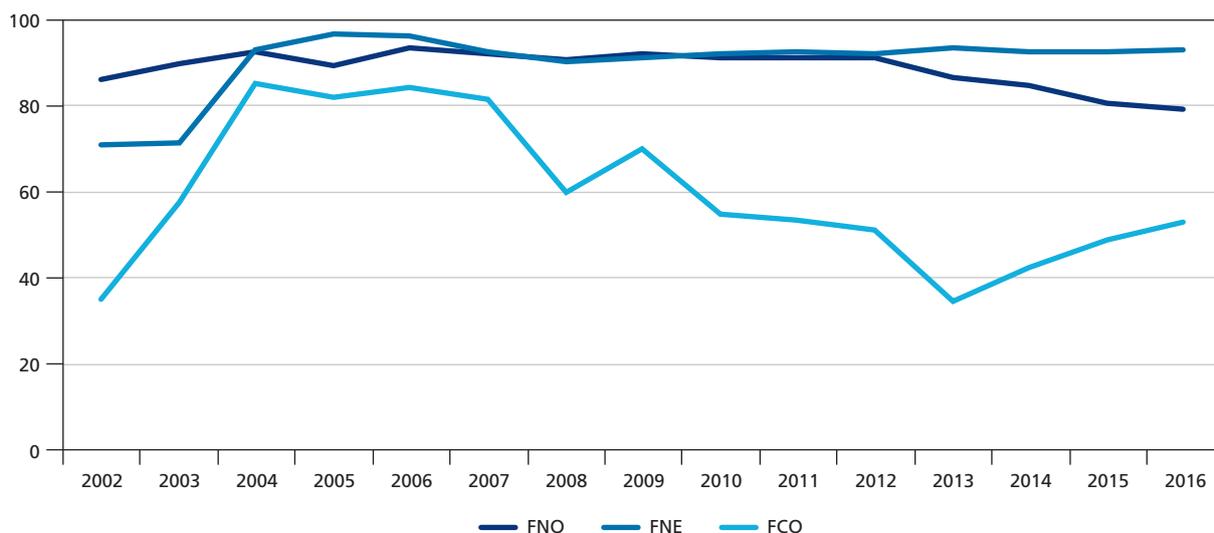
contratos e dos valores dos empréstimos destinados ao Pronaf em relação às quantidades e aos valores totais dos empréstimos de cada um dos fundos no período de 2002 a 2016.

Os comportamentos apresentados no gráfico 1 indicam que as quantidades anuais de contratos referentes ao Pronaf nos três fundos chegaram a superar 80% dos seus respectivos totais entre 2004 e 2007, mantendo-se nesse patamar até a primeira metade da década de 2010 para os casos do FNO e do FNE. Por sua vez, com base nas trajetórias apresentada no gráfico 2, verifica-se que as participações percentuais da agricultura familiar nos valores totais dos financiamentos de cada fundo se mostraram menos expressivas no período. A participação para o FNE atingiu seu maior valor (35,6%) em 2002, com média de 16,2% no período. As maiores participações para o FNO e o FCO, em torno de 24%, ocorreram em 2006. Suas médias no período foram de 17,5% e 16,1%, respectivamente. Assim, para o período considerado, é possível deduzir que os valores médios por operação destinados ao Pronaf são menores na comparação com os demais setores financiados pelos fundos constitucionais.

GRÁFICO 1

Evolução das participações percentuais das quantidades de contratos de empréstimos destinados ao Pronaf em relação às quantidades totais de contratos dos fundos constitucionais (2002-2016)

(Em %)



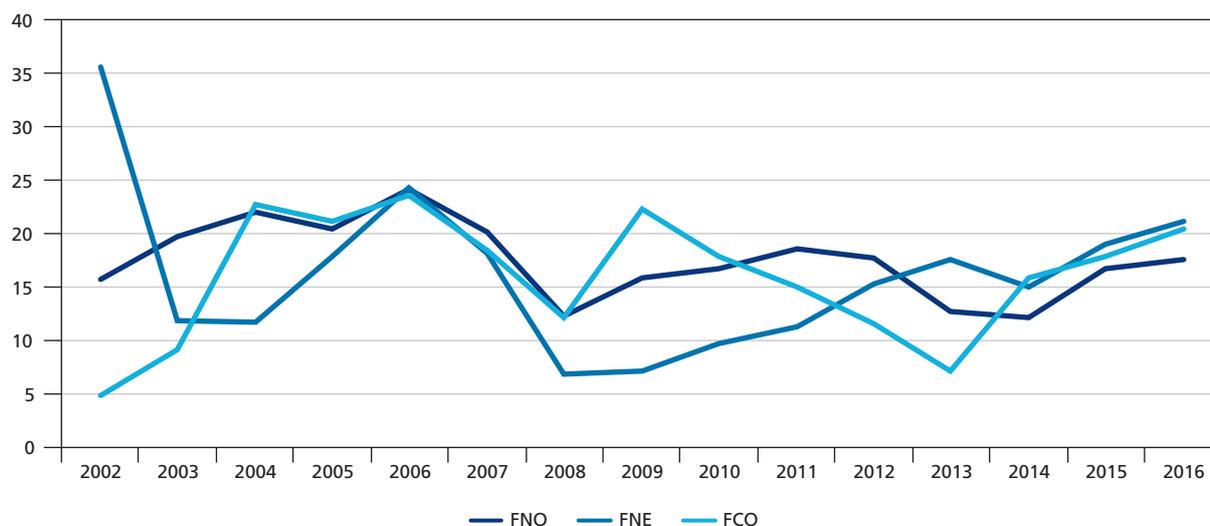
Fontes: Banco da Amazônia (FNO); Banco do Nordeste (FNE); e Banco do Brasil (FCO).

Elaboração do autor.

GRÁFICO 2

Evolução das participações percentuais dos valores dos empréstimos destinados ao Pronaf em relação aos valores totais dos empréstimos dos fundos constitucionais (2002-2016)

(Em %)



Fontes: Banco da Amazônia (FNO); Banco do Nordeste (FNE); e Banco do Brasil (FCO).

Elaboração do autor.

De forma complementar, também é possível analisar a participação dos fundos constitucionais no financiamento do Pronaf nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Os dados referentes ao crédito rural, divulgados pelo BCB, permitem identificar as principais instituições e instrumentos que financiaram a agricultura familiar no período considerado.⁶ As tabelas 1, 2 e 3 apresentam as informações sobre cada uma dessas fontes em termos de quantidades de contratos e valores totais dos empréstimos nas três regiões. A fim de coincidir com o horizonte temporal da avaliação empírica que será realizada adiante, as informações foram agregadas em três períodos de cinco anos: 2002 a 2006 e 2007 a 2011 (anteriores à avaliação); e 2012 a 2016 (período da avaliação).

6. Esses dados foram coletados na página do Banco Central, nos seguintes endereços: i) Anuário estatístico do Crédito Rural (até 2012). Disponível em: https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/anuario_estat_credrural; e ii) Matriz de Dados do Crédito Rural – Crédito Concedido. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/micrrural>.

TABELA 1**Principais fontes de financiamento do Pronaf na região Norte**

Fontes	2002-2006		2007-2011		2012-2016	
	Contratos	Total (R\$ milhões) ¹	Contratos	Total (R\$ milhões) ¹	Contratos	Total (R\$ milhões) ¹
BNDES/Finame ²	0	0,00	0	0,00	1.340	71,19
FAT ³	149.560	1.390,91	21.581	289,70	403	9,20
FNO	35.134	295,31	268.814	2.589,28	235.090	3.566,62
Funcafé ⁴	605	5,13	0	0,00	0	0,00
IHCD ⁵	0	0,00	0	0,00	15.874	631,38
MCR 6.2 ⁶	20.109	230,24	26.024	411,63	10.450	387,91
Poupança Rural	137	1,39	110.599	1.975,82	145.586	4.658,15
Tesouro Nacional	76.184	1.071,59	21.384	110,89	3.877	36,25
Demais	1	0,29	0	0,00	11	0,70
Total	281.730	2.994,84	448.402	5.377,32	412.631	9.361,40

Fonte: BCB.

Elaboração do autor.

Notas: ¹ Valores a preços constantes de 2017, calculados com o uso do Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), média aritmética dos valores dos doze meses de cada ano.

² Representa os financiamentos com empréstimos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para aquisição de máquinas e equipamentos.

³ Representa os financiamentos com recursos do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT).

⁴ Representa os financiamentos com recursos do Fundo de Defesa da Economia Cafeeira (Funcafé).

⁵ Representa os financiamentos a partir do Instrumento Híbrido de Capital e Dívida (IHCD).

⁶ Representa os financiamentos com recursos obrigatórios previstos no Manual de Crédito Rural (MCR 6.2) do BCB.

TABELA 2**Principais fontes de financiamento do Pronaf na região Nordeste**

Fontes	2002-2006		2007-2011		2012-2016	
	Contratos	Total (R\$ milhões) ¹	Contratos	Total (R\$ milhões) ¹	Contratos	Total (R\$ milhões) ¹
FAT ²	778.786	2.915,60	103.377	543,45	155	2,70
FNE	2.813.857	5.431,46	2.714.357	7.242,07	3.763.481	12.361,86
IHCD ³	0	0,00	0	0,00	31.024	409,45
MCR 6.2 ⁴	18.504	204,10	68.570	652,99	23.188	304,44
Poupança Rural	1.200	7,14	434.317	2.765,46	391.829	4.747,21

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

Fontes	2002-2006		2007-2011		2012-2016	
	Contratos	Total (R\$ milhões) ¹	Contratos	Total (R\$ milhões) ¹	Contratos	Total (R\$ milhões) ¹
Tesouro Nacional	264.268	954,05	202.941	532,73	33.210	111,48
Demais	40	0,31	0	0,00	8	0,38
Total	3.876.655	9.512,65	3.523.562	11.736,69	4.242.895	17.937,52

Fonte: BCB.

Elaboração do autor.

Notas: ¹ Valores a preços constantes de 2017, calculados com o uso do IPCA, média aritmética dos valores dos doze meses de cada ano.

² Representa os financiamentos com recursos do FAT.

³ Representa os financiamentos a partir do IHCD.

⁴ Representa os financiamentos com recursos obrigatórios previstos no MCR 6.2 do BCB.

TABELA 3

Principais fontes de financiamento do Pronaf na região Centro-Oeste

Fontes	2002-2006		2007-2011		2012-2016	
	Contratos	Total (R\$ milhões) ¹	Contratos	Total (R\$ milhões) ¹	Contratos	Total (R\$ milhões) ¹
BNDES/Finame ²	0	0,00	0	0,00	4.628	363,01
FAT ³	51.872	600,68	2.274	160,96	919	66,99
FCO	159.504	2.314,87	247.618	4.990,71	133.857	4.234,74
IHCD ⁴	0	0,00	0	0,00	7.881	357,67
MCR 6.2 ⁵	5.411	167,78	5.952	194,59	24.240	1.002,85
Poupança rural	18	0,22	5.484	171,25	98.307	2.907,42
Recursos livres equalizáveis	262	5,66	133	1,43	9	0,49
Tesouro Nacional	35.901	446,79	2.698	15,30	3.097	10,41
Demais	19	0,17	0	0,00	77	3,50
Total	252.987	3.536,19	264.159	5.534,23	273.015	8.947,09

Fonte: BCB.

Elaboração do autor.

Notas: ¹ Valores a preços constantes de 2017, calculados com o uso do Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), média aritmética dos valores dos doze meses de cada ano.

² Representa os financiamentos com empréstimos do BNDES para aquisição de máquinas e equipamentos.

³ Representa os financiamentos com recursos do FAT.

⁴ Representa os financiamentos a partir do IHCD.

⁵ Representa os financiamentos com recursos obrigatórios previstos no MCR 6.2 do BCB.

Os dados da tabela 1 indicam que, ao longo dos três períodos considerados, o FNO passou a ser uma das principais fontes de financiamento do Pronaf na região Norte. De 2002 a 2006, o FNO era apenas a terceira maior fonte em termos de contratos e valores, atrás do FAT e do Tesouro Nacional. Contudo, nos dois períodos seguintes, o FNO foi responsável pelo maior número de contratos, equivalente a 60% (2007-2011) e 57% (2012-2016) dos totais, e pelo segundo maior valor em financiamentos (38% do total) no último período, atrás somente da Poupança Rural.

As informações das tabelas 2 e 3 apontam o FNE e o FCO como as maiores fontes de financiamento do Pronaf nas suas respectivas regiões, tanto em termos de contratos quanto em valores, nos três períodos considerados. Na região Nordeste, o FNE respondeu por mais de 70% do total de contratos e mais de 55% dos valores totais financiados nos dois primeiros períodos. De 2012 a 2016, essas participações se elevaram para 88,7% do total dos contratos e 68,9% dos valores totais emprestados. No Centro-Oeste, as maiores participações do FCO nesses totais (acima de 90%) ocorreram entre 2007 e 2011, mas seguidas de quedas expressivas (para 49% e 47,3% dos respectivos totais) de 2012 a 2016.

Assim, embora estivessem entre as maiores fontes de financiamento do Pronaf nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste de 2002 a 2016, os fundos constitucionais apresentaram dinâmicas distintas quanto às suas participações nos totais dos contratos e empréstimos em cada região. As participações do FNO aumentaram significativamente de 2007 a 2011, seguida de uma queda na participação dos valores totais financiados entre 2012 e 2016. Por sua vez, as participações do FNE se mostraram crescentes ao longo dos três períodos, enquanto as participações do FCO apresentaram seus menores valores naquele último período.

As elevadas participações dos fundos constitucionais no financiamento da agricultura familiar em suas regiões de atuação, além das distintas dinâmicas observadas no período considerado, justificam a avaliação empírica dos seus possíveis impactos sobre o emprego e a produção daquele segmento.

3 METODOLOGIA E DADOS ESTATÍSTICOS UTILIZADOS

Na avaliação do impacto de um tratamento, a estimativa da função dose-resposta permite comparar os resultados médios de unidades tratadas semelhantes, mas submetidas a distintas intensidades. A semelhança entre as unidades tratadas é verificada a partir de um conjunto de covariáveis observáveis, sendo medida pelo escore de propensão generalizado (GPS)⁷. Hirano e Imbens (2004) definiram o GPS como a distribuição de

7. Optou-se por utilizar a sigla original, referente ao termo em inglês *generalized propensity score*, proposta no artigo de Hirano e Imbens (2004) e difundida nos trabalhos subsequentes.

probabilidade da variável de tratamento condicionada a um conjunto de covariáveis, sendo utilizado na generalização do método do pareamento por escore de propensão (PSM)⁸ para os casos em que o tratamento é contínuo.

No contexto de um tratamento contínuo, Hirano e Imbens (2004) propuseram extensões da hipótese de ignorabilidade e da propriedade de equilíbrio do escore de propensão que caracterizam o método PSM. Para a primeira extensão, admite-se que os distintos resultados potenciais independem de cada valor do tratamento quando condicionados ao conjunto de covariáveis que compõem o GPS, hipótese que é conhecida como ignorabilidade fraca.⁹ Na extensão da propriedade de equilíbrio, como uma implicação da definição do GPS, as distribuições das covariáveis em cada estrato dele independem da intensidade do tratamento.¹⁰ Assim, em decorrência dessas extensões, Hirano e Imbens (2004) argumentam que o GPS pode ser utilizado em análises empíricas no sentido de eliminar os vieses associados a diferenças nos valores das covariáveis de unidades tratadas, contribuindo para uma estimativa mais robusta da função dose-resposta.

A partir de uma amostra de dados sobre os resultados (Y_i), as intensidades do tratamento (T_i) e o vetor de covariáveis (X_i) de cada unidade observada $i = 1, \dots, N$, o procedimento prático para a estimativa da função dose-resposta pode ser dividido em três etapas. Na primeira, estima-se o GPS R_i admitindo uma distribuição de probabilidade contínua para T_i e condicionada às covariáveis X_i , sendo também verificada a propriedade de equilíbrio das covariáveis em distintos intervalos de valores (estratos) do GPS. Na segunda etapa, é estimada a expectativa condicional do resultado como uma função flexível da intensidade de tratamento e do GPS estimado na etapa anterior, que pode ser representada por $E[Y_i | T_i, \hat{R}_i]$. Por fim, a função dose-resposta média para cada nível de tratamento t , representada por $\mu(t) = E[Y(t) | t, \hat{r}(t, X)]$, é obtida a partir do cálculo da média do GPS avaliado em cada nível t .

Em Hirano e Imbens (2004), foi admitida a distribuição normal para a estimativa do GPS na primeira etapa e proposto um modelo paramétrico com termos quadráticos

8. Em síntese, no método não experimental do PSM, observam-se inicialmente os conjuntos de unidades tratadas e não tratadas. A estimativa do resultado contrafactual (isto é, qual seria o resultado das tratadas na ausência do tratamento) é obtida a partir de um subconjunto das unidades não tratadas que se mostrem semelhantes às tratadas em relação a um grupo de covariáveis. O escore de propensão é utilizado como medida dessa semelhança. O artigo seminal da literatura sobre o PSM é de Rosenbaum e Rubin (1983).

9. Formalmente, sendo X o vetor das covariáveis, T o conjunto dos distintos valores do tratamento e $Y(T)$ o resultado potencial, admite-se pela hipótese de ignorabilidade fraca (tradução para o termo em inglês *weak unconfoundedness*) que: $Y(t) \perp T | X$ para todo t pertencente a T .

10. Formalmente, sendo o GPS representado por $r(T, X)$ e $1\{T = t\}$ uma variável indicadora do tratamento t , teremos: $X \perp 1\{T = t\} | r(t, X)$ para todo t pertencente a T .

e de interação de T_i e \hat{R}_i na segunda etapa. Posteriormente, em trabalho que avaliou os efeitos de um programa de treinamento profissionalizante para jovens americanos, Flores *et al.* (2012) incorporaram algumas flexibilizações nas relações funcionais do GPS e da função dose-resposta no sentido de melhorar o ajuste dos modelos às características específicas dos dados. Assim, na estimativa do GPS, os autores empregaram o uso dos modelos lineares generalizados, propostos em Nelder e Wedderburn (1972), o que permite acomodar diferentes distribuições de probabilidade para a variável de tratamento. Na etapa da estimativa de $E[Y_i | T_i, \hat{R}_i]$, Flores *et al.* (2012) argumentam que uma má especificação paramétrica para T_i e \hat{R}_i pode resultar numa remoção de viés inapropriada, o que tornaria os resultados da função dose-resposta questionáveis. Dessa forma, propuseram o uso de estimadores semiparamétricos baseados no método kernel, no sentido de também controlar para o GPS estimado de forma não paramétrica.

Este trabalho utiliza a metodologia brevemente descrita para estimar os efeitos dos empréstimos dos fundos constitucionais de financiamento destinados ao Pronaf (FCF-Pronaf) sobre os indicadores de emprego e produção da agricultura familiar. Como unidades de análise, são considerados os municípios das regiões de atuação dos três fundos constitucionais que receberam empréstimos referentes ao Pronaf de 2012 a 2016. Foram utilizados como indicadores de resultado (Y_i) o número de pessoas ocupadas e o valor da produção (R\$ mil) em 2017 por município, ambos medidos em relação ao número de estabelecimentos de agricultura familiar no mesmo ano. A fonte dos dados dessas variáveis é o *Censo Agropecuário 2017* (IBGE, 2019). A variável de intensidade do tratamento (T_i) por município foi medida pela razão entre o valor médio anual dos empréstimos do FCF-Pronaf entre 2012 e 2016 e o número de estabelecimentos de agricultura familiar em 2006. O numerador da razão foi calculado pela soma dos valores dos empréstimos no período (todos medidos em R\$ mil de 2017, utilizando como deflator o IPCA) dividido pelo número de anos do período (cinco). As fontes dos dados desses empréstimos são os Bancos da Amazônia (FNO), do Nordeste (FNE) e do Brasil (FCO).¹¹ A fonte dos dados do número de estabelecimentos de agricultura familiar em 2006 é o *Censo Agropecuário* do mesmo ano (IBGE, 2009).

Como covariáveis (X_i), buscou-se incluir aquelas que podem influenciar tanto a intensidade do tratamento quanto os indicadores de resultado nos municípios. Assim, foram consideradas as seguintes.

- 1) Pessoas ocupadas e valor da produção (medido em R\$ mil de 2017 com o uso do IPCA) por estabelecimento de agricultura familiar em 2006, cuja fonte é o *Censo Agropecuário 2006*.

11. Uma breve descrição desses dados foi realizada na nota de rodapé 5.

- 2) Alguns percentuais referentes aos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006 nos municípios, segundo as informações disponibilizadas no Censo Agropecuário:
 - a) produtores homens na direção dos trabalhos;
 - b) produtores na direção dos trabalhos com idade entre 25 e menos de 55 anos; e
 - c) produtores na direção dos trabalhos que tinham ao menos o ensino médio ou ensino fundamental completo.
- 3) Número de agências bancárias em dezembro de 2011, cuja fonte é a base Estatística Bancária Mensal (ESTBAN) do BCB.
- 4) Variáveis do tipo binária (*dummy*) indicando a classificação segundo a tipologia da PNDR estabelecida em 2006, quando as microrregiões e seus respectivos municípios foram classificados em alta renda, baixa renda, dinâmica e estagnada (segundo os valores do rendimento médio mensal por habitante e da taxa de variação do PIB *per capita* municipal), cuja fonte é o Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional (MIDR).
- 5) Latitudes, longitudes e altitudes médias das sedes dos municípios, divulgadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2011.

As tabelas 4, 5 e 6 apresentam as estatísticas descritivas dos dados utilizados nas avaliações para cada um dos fundos. Na comparação entre eles, a média amostral dos valores da variável de intensidade do tratamento se mostrou maior para o FCO-Pronaf (4,08), sendo superior às médias do FNE-Pronaf e do FNO-Pronaf (1,81 e 1,28, respectivamente). Quanto às variáveis de resultado, a maior média amostral do valor da produção por estabelecimento em 2017 ocorreu na região Centro-Oeste (48,05), sendo superior às médias das regiões Norte e Nordeste/Semiárido (24,28 e 11,09, respectivamente). Por sua vez, na comparação entre as médias dos valores do pessoal ocupado por estabelecimento em 2017, a diferença entre as regiões se mostrou menor. O Norte apresentou o maior valor (3,23), seguido do Nordeste (2,58) e Centro-Oeste (2,49). Na comparação entre os valores médios das covariáveis, chama atenção a relativa diferenciação do Centro-Oeste quanto ao valor da produção por estabelecimento em 2006, nível de escolaridade dos dirigentes e percentual de municípios classificados como alta renda.

TABELA 4

Estatísticas descritivas dos dados utilizados nas estimativas referentes à avaliação de impacto dos empréstimos do FNO-Pronaf

Variável	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Valor da produção em 2017 (R\$ mil de 2017)/estabelecimentos de agricultura familiar em 2017	24,28	12,49	3,30	99,59
Pessoas ocupadas em 2017/estabelecimentos de agricultura familiar em 2017	3,23	0,77	1,61	7,79
Valor médio anual FNO-Pronaf 2012-2016 (R\$ mil de 2017)/estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	1,28	2,19	0,002	17,74
Valor da produção em 2006 (R\$ mil de 2017)/estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	19,65	22,53	0,42	240,59
Pessoas ocupadas em 2006/estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	3,37	0,95	1,54	13,05
Percentual de dirigentes homens nos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	89,24	4,98	53,31	97,84
Percentual de dirigentes dos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006 com idades entre 25 e menos de 55 anos	62,83	7,24	31,71	78,15
Percentual de dirigentes dos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006 que tinham pelo menos o ensino médio completo	6,65	5,05	0,00	48,00
Número de agências bancárias em dezembro de 2011	2,27	8,91	0	117
Municípios classificados como alta renda em 2006	0,06	0,23	0	1
Municípios classificados como baixa renda em 2006	0,27	0,44	0	1
Municípios classificados como dinâmicos em 2006	0,24	0,43	0	1
Municípios classificados como estagnados em 2006	0,43	0,50	0	1
Latitude da sede do município (graus)	-5,67	4,31	-13,50	3,88
Longitude da sede do município (graus)	-54,08	7,61	-72,92	-46,14
Altitude da sede do município em relação ao nível do mar (metros)	143,64	130,27	1,00	722,40

Elaboração do autor.

Obs.: 1. Sessenta e oito municípios da região Norte foram desconsiderados na análise apresentada por não terem recebido empréstimos do FNO-Pronaf no período 2012-2016.

2. O município de Mojuí dos Campos-PA foi emancipado em 2013. Como ainda não havia informações dele no Censo Agropecuário 2006, as informações referentes aos empréstimos do FNO-Pronaf no período 2012-2016 e do Censo Agropecuário 2017 foram consideradas no município de Santarém-PA, do qual o primeiro foi desmembrado.

3. Total de 381 observações.

TABELA 5

Estatísticas descritivas dos dados utilizados nas estimativas referentes à avaliação de impacto dos empréstimos do FNE-Pronaf

Variável	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Valor da produção em 2017 (R\$ mil de 2017)/estabelecimentos de agricultura familiar em 2017	11,09	9,11	1,34	103,45
Pessoas ocupadas em 2017/estabelecimentos de agricultura familiar em 2017	2,58	0,59	0,76	5,98
Valor médio anual FNE-Pronaf 2012-2016 (R\$ mil de 2017)/estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	1,81	3,43	0,004	128,78
Valor da produção em 2006 (R\$ mil de 2017)/estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	14,37	44,28	0,55	1588,67
Pessoas ocupadas em 2006/estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	2,96	0,84	1,00	19,75
Percentual de dirigentes homens nos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	84,30	7,49	27,16	100
Percentual de dirigentes dos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006 com idades entre 25 e menos de 55 anos	55,32	7,11	14,29	81,13
Percentual de dirigentes dos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006 que tinham pelo menos o ensino médio completo	5,69	5,33	0,00	63,64
Número de agências bancárias em dezembro de 2011	1,63	7,33	0	203
Municípios classificados como alta renda em 2006	0,02	0,15	0	1
Municípios classificados como baixa renda em 2006	0,30	0,46	0	1
Municípios classificados como dinâmicos em 2006	0,33	0,47	0	1
Municípios classificados como estagnados em 2006	0,34	0,48	0	1
Latitude da sede do município (graus)	-8,99	4,13	-19,54	-1,20
Longitude da sede do município (graus)	-39,85	3,14	-48,42	-32,44
Altitude da sede do município em relação ao nível do mar (metros)	301,46	240,23	0	1.268,06

Elaboração do autor.

Obs.: 1. Os seguintes municípios foram desconsiderados na análise apresentada: i) Baía Formosa-RN e Parnamirim-RN, devido às informações do valor da produção e pessoal ocupado no Censo Agropecuário 2017 estarem censuradas; ii) Cabedelo-PB e Roteiro-AL, devido às informações do valor da produção no Censo Agropecuário 2006 estarem censuradas; iii) Camaragibe-PE e Satuba-AL, devido às informações do valor da produção no Censo Agropecuário 2017 estarem censuradas; iv) Eusébio-CE, Salvador-BA e Terra Nova-BA, por não terem recebido empréstimos do FNE-Pronaf no período 2012-2016; e v) Madre de Deus-BA, pela ausência de informações nos Censo Agropecuário 2006 e 2017.

2. O município de Nazária-PI foi emancipado no fim de 2005. Como ainda não havia informações dele no Censo Agropecuário 2006, as informações referentes aos empréstimos do FNE-Pronaf no período 2012-2016 e do Censo Agropecuário 2017 foram consideradas no município de Teresina-PI, do qual o primeiro foi desmembrado.

3. Total de 1.979 observações.

TABELA 6

Estatísticas descritivas dos dados utilizados nas estimativas referentes à avaliação de impacto dos empréstimos do FCO-Pronaf

Variável	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Valor da produção em 2017 (R\$ mil de 2017)/estabelecimentos de agricultura familiar em 2017	48,05	43,11	7,45	552,45
Pessoas ocupadas em 2017/estabelecimentos de agricultura familiar em 2017	2,49	0,86	1,44	11,51
Valor médio anual FCO-Pronaf 2012-2016 (R\$ mil de 2017)/estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	4,08	3,57	0,01	29,24
Valor da produção em 2006 (R\$ mil de 2017)/estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	27,42	41,36	3,21	546,40
Pessoas ocupadas em 2006/estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	2,48	0,50	1,17	4,40
Percentual de dirigentes homens nos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	88,80	4,22	71,43	100
Percentual de dirigentes dos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006 com idades entre 25 e menos de 55 anos	57,76	7,87	27,27	83,33
Percentual de dirigentes dos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006 que tinham pelo menos o ensino médio completo	15,53	7,94	1,45	58,62
Número de agências bancárias em dezembro de 2011	2,90	12,68	0	213
Municípios classificados como alta renda em 2006	0,32	0,47	0	1
Municípios classificados como dinâmicos em 2006	0,28	0,45	0	1
Municípios classificados como estagnados em 2006	0,40	0,49	0	1
Latitude da sede do município (graus)	-16,27	3,08	-23,98	-9,46
Longitude da sede do município (graus)	-52,13	3,38	-61,46	-46,11
Altitude da sede do município em relação ao nível do mar (metros)	506,82	232,95	78,86	1.232,61

Elaboração do autor.

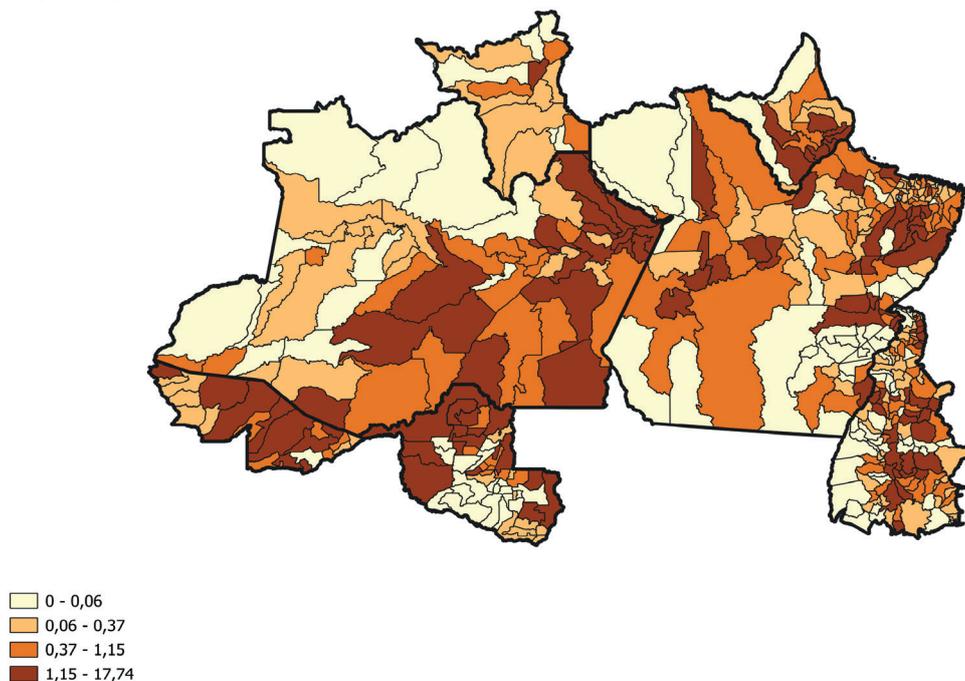
Obs.: 1. Os seguintes municípios foram desconsiderados na análise apresentada: i) Araguaína-MT, devido à informação do valor da produção no Censo Agropecuário 2017 estar censurada; ii) Novo Gama-GO e Primavera do Leste-MT, por não terem recebido empréstimos do FCO-Pronaf no período 2012-2016; iii) Paraíso das Águas-MS, pela ausência de informações nos Censos Agropecuários 2006 e 2017; vi) Sapezal-MT, devido à informação do valor da produção no Censo Agropecuário 2006 estar censurada; e v) Valparaíso de Goiás-GO, devido às informações do valor da produção e pessoal ocupado no Censo Agropecuário 2017 estarem censuradas.

2. Total de 461 observações.

As figuras 1, 2 e 3 apresentam a distribuição por quartis de cada variável referente à intensidade dos empréstimos do FCF-Pronaf nos municípios de suas respectivas regiões de atuação. No caso do FNO-Pronaf, representado na figura 1, é possível observar que os agrupamentos de municípios que receberam os maiores valores anuais médios por estabelecimento (entre R\$ 1,15 mil e R\$ 17,74 mil, a preços de 2017) estão predominantemente localizados nas partes central e leste do Acre, no sudeste do Amapá, no leste do Amazonas, no nordeste do Pará, no norte de Rondônia e em várias partes do Tocantins.

FIGURA 1

Distribuição por quartis da intensidade dos empréstimos do FNO-Pronaf nos municípios (2012-2016)



Fontes: Banco da Amazônia e IBGE (2009).

Elaboração do autor.

Obs.: 1. Valor médio anual do FNO-Pronaf por estabelecimento de agricultura familiar, em R\$ mil de 2017, no período 2012-2016.

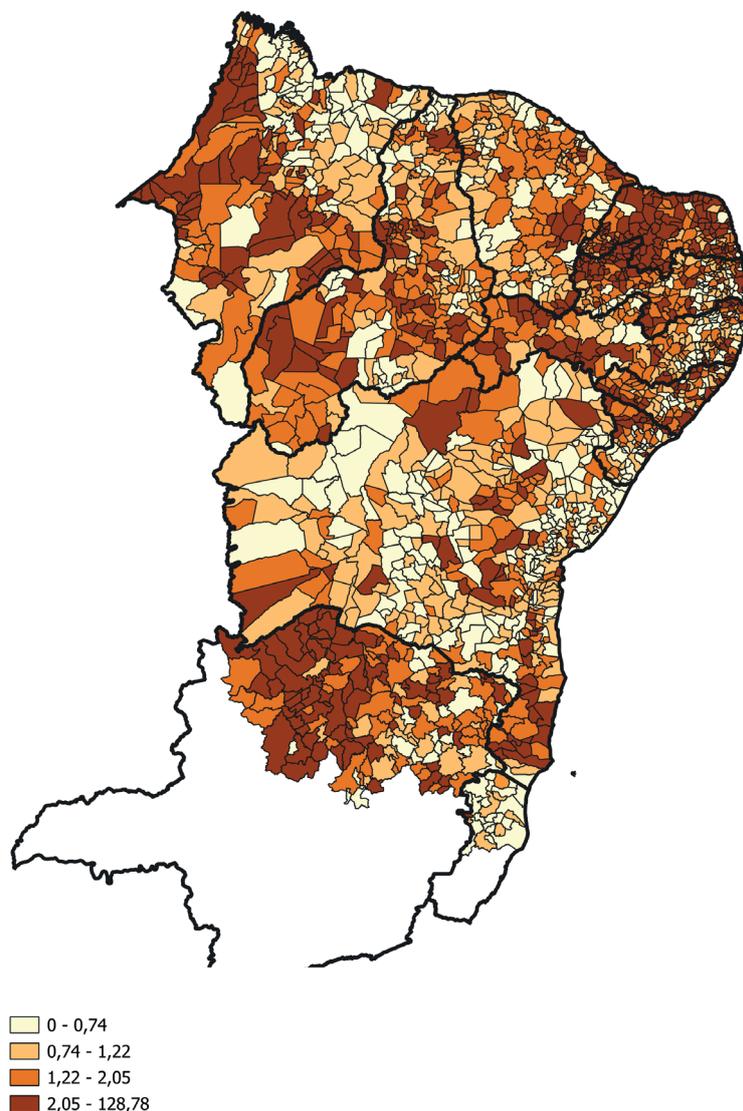
2. Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

No caso da intensidade dos empréstimos do FNE-Pronaf, representada na figura 2, os municípios que receberam os maiores valores por estabelecimento (entre R\$ 2,05 mil e R\$ 128,78 mil, a preços de 2017) estão localizados predominantemente no noroeste e centro do Maranhão, no noroeste de Minas Gerais, no oeste de Pernambuco, na maioria dos municípios do Rio Grande do Norte, e espalhados por várias partes dos estados de Alagoas, Bahia, Paraíba e Piauí.

No caso do FCO-Pronaf, representado na figura 3, as maiores intensidades de empréstimos (entre R\$ 5,3 mil e R\$ 29,2 mil, a preços de 2017) ocorreram nos municípios situados nas partes oeste e sudeste de Goiás e em várias partes do estado de Mato Grosso.

FIGURA 2

Distribuição por quartis da intensidade dos empréstimos do FNE-Pronaf nos municípios (2012-2016)



Fontes: Banco do Nordeste e IBGE (2009).

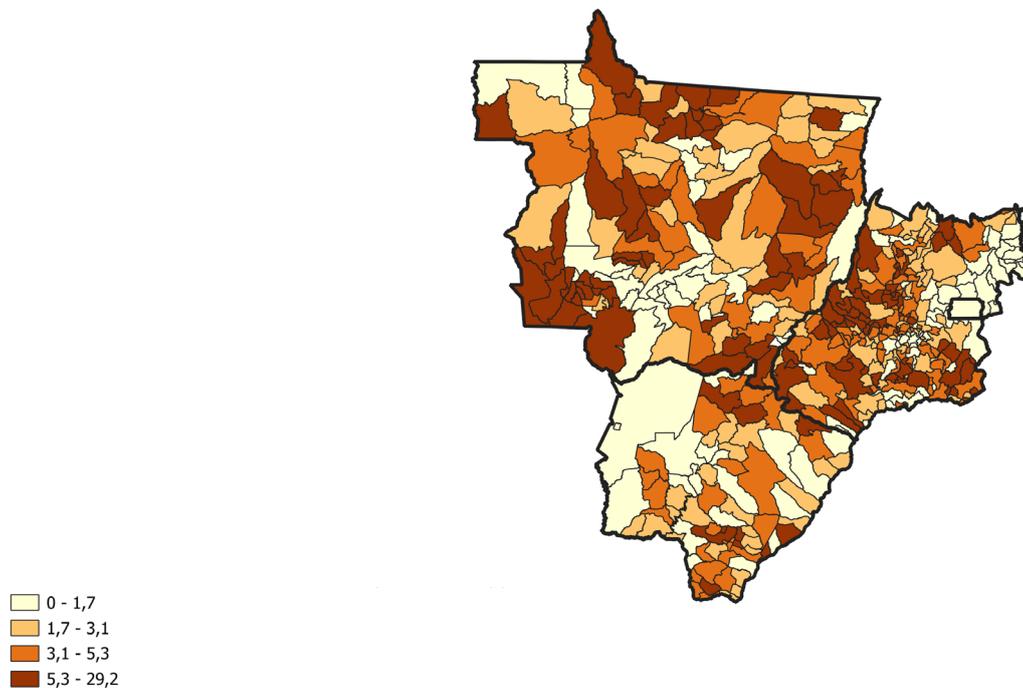
Elaboração do autor.

Obs.: 1. Valor médio anual do FNE-Pronaf por estabelecimento de agricultura familiar, em R\$ mil de 2017, no período 2012-2016.

2. Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

FIGURA 3

Distribuição por quartis da variável de intensidade dos empréstimos do FCO-Pronaf nos municípios (2012-2016)



Fontes: Banco do Brasil e IBGE (2009).

Elaboração do autor.

Obs.: 1. Valor médio anual do FCO-Pronaf por estabelecimento de agricultura familiar, em R\$ mil de 2017, no período 2012-2016.

2. Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

4 RESULTADOS EMPÍRICOS¹²

4.1 Estimativas dos modelos para o escore de propensão generalizado da intensidade dos empréstimos e verificação da propriedade de equilíbrio das covariáveis

A partir das amostras de dados (T, X_i) referentes a cada um dos fundos constitucionais, foram realizadas estimativas de modelos lineares generalizados para o GPS supondo distintas distribuições de probabilidade para a variável de intensidade do tratamento condicionada às covariáveis. Como esta variável é de natureza contínua,

12. Todos os resultados apresentados nesta seção foram obtidos no *software Stata*, versão 14.2, com a utilização dos comandos *glm* e *df*. Para mais detalhes, ver Guardabascio e Ventura (2014) e Bia et al. (2014).

foram inicialmente consideradas as distribuições normal, gaussiana inversa e gamma, todas pertencentes à família exponencial, com a escolha daquela que apresentou o melhor ajuste. Além dessas possibilidades, os modelos lineares generalizados também admitem algumas funções monotônicas da variável dependente, como é o caso da transformação logarítmica.

Nas especificações dos modelos para o GPS, com o propósito de reduzir a variância e a assimetria presentes nas distribuições amostrais da variável de intensidade do tratamento e das covariáveis referentes ao pessoal ocupado e ao valor da produção por estabelecimento em 2006, foi utilizada a sua transformação logarítmica. Ademais, para captar possíveis relações não lineares entre a variável de tratamento e essas covariáveis, também foram incluídos nas especificações os termos quadrático e cúbico dos logaritmos do pessoal ocupado e do valor da produção por estabelecimento em 2006.¹³ Adicionalmente, como as especificações incluíram o termo da constante, a classificação alta renda foi definida como categoria de referência para as variáveis *dummy* relativas à tipologia da PNDR em 2006.

A fim de verificar a propriedade de equilíbrio das covariáveis para distintos intervalos da variável de intensidade do tratamento após o ajuste pelo GPS, foi utilizado o procedimento proposto em Hirano e Imbens (2004). Em síntese, este consiste em discretizar a amplitude de valores da intensidade do tratamento em k intervalos com números aproximadamente iguais de observações, sendo os escores GPS estimados (para todas as unidades da amostra) nas medianas de cada um destes intervalos e divididos em m estratos. Para cada estrato m do GPS no intervalo de tratamento k , é calculada a média de cada covariável, sendo comparada com as médias da respectiva covariável para as unidades que pertencem ao mesmo estrato m do GPS nos demais intervalos do tratamento. A estatística teste (t) calculada para cada covariável em cada intervalo k é dada por uma média ponderada das diferenças em relação às médias dos demais intervalos, considerando como peso relativo a proporção de unidades do estrato m que pertence a k .¹⁴ Nesta análise, optou-se por discretizar a variável de intensidade do tratamento em quatro intervalos ($k = 4$) e os escores GPS estimados em cinco estratos ($m = 5$).

Antes de realizar as estimativas referentes às especificações para o GPS dos empréstimos, e a fim de evitar que os valores mais extremos possam influenciar nos

13. Procedimento semelhante foi utilizado em Becker, Egger e Erlich (2012), que avaliaram, por meio da estimativa de funções dose-resposta, os impactos das transferências provenientes de fundos regionais sobre o crescimento da renda *per capita* nas cidades europeias com até 800 mil habitantes.

14. Para uma descrição detalhada e aplicação prática deste procedimento, ver Bia e Mattei (2008).

resultados da análise, foram retiradas das amostras de dados as observações cujos valores da variável de tratamento se mostraram inferiores ao percentil 5% e superiores ao percentil 95% de suas respectivas distribuições iniciais. Na busca pelos melhores ajustes dos modelos para o GPS, medidos pelo menor valor do critério de Akaike e maior valor da função verossimilhança, as especificações que apresentaram os melhores resultados foram obtidas com a distribuição gamma. Nos três modelos ajustados, optou-se por manter nas especificações apenas as covariáveis que se mostrarem balanceadas após o ajuste pelo GPS, segundo os resultados dos testes da hipótese de igualdade das médias (equilíbrio) nos quatro intervalos delimitados para a variável de tratamento.

As tabelas 7, 9 e 11 apresentam os resultados das estimativas dos modelos ajustados para o GPS dos empréstimos de cada um dos fundos constitucionais. A especificação para o GPS referente aos empréstimos do FCO-Pronaf (tabela 11) foi a única em que todas as covariáveis iniciais foram mantidas, por terem apresentado evidências de que as diferenças entre suas médias em todos os intervalos da variável de tratamento não são significativas após o ajuste pelo GPS (tabela 12). Na especificação referente à intensidade dos empréstimos do FNO-Pronaf (tabela 7), em que foram retiradas as covariáveis do número de agências bancárias em 2011 e valor da produção por estabelecimento em 2006 (termos linear, quadrático e cúbico) devido às suas evidências de desequilíbrios, apenas as covariáveis da *dummy* baixa renda e do percentual de dirigentes homens apresentaram coeficientes estatisticamente significativos. A especificação para o GPS dos empréstimos do FNE-Pronaf (tabela 9) apresentou coeficientes significativos para todas as variáveis mantidas pelas evidências de balanceamento. De modo geral, os coeficientes estimados das covariáveis diferiram em termos de magnitude e sinais nos três modelos ajustados, o que sugere distintos critérios de alocação dos empréstimos em cada fundo.

Os resultados dos testes de hipótese quanto ao equilíbrio das covariáveis incluídas nos modelos estimados para cada um dos fundos, após o ajuste pelo GPS, estão apresentados nas tabelas 8, 10 e 12. Nos casos das covariáveis presentes nos modelos do FNO-Pronaf e FCO-Pronaf (tabelas 8 e 12 respectivamente), os valores das estatísticas teste se mostraram relativamente baixos (menores do que 1 em módulo) em sua grande maioria, sugerindo o balanceamento ao longo dos quatro intervalos da variável de intensidade dos empréstimos. Para o FNE-Pronaf (tabela 10), há evidências de um moderado desbalanceamento, ao nível de significância de 10%, das covariáveis latitude e valor da produção por estabelecimento em 2006 (termo linear) nos intervalos 1 e 4, respectivamente, o que não chega a comprometer os resultados seguintes quanto à presença de um viés considerável nas avaliações de impacto.

TABELA 7

Empréstimos do FNO-Pronaf: resultados da estimativa do modelo ajustado para o GPS

Covariável	Coefficiente	Erro-padrão
Constante	-4,437*	2,399
Longitude	-0,009	0,012
Latitude	-0,012	0,027
Altitude	-0,001	0,001
<i>Dummy</i> baixa renda	-0,313	0,269
<i>Dummy</i> dinâmica	-0,595**	0,276
<i>Dummy</i> estagnada	-0,174	0,264
Ln pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar em 2006	1,677	3,721
(Ln pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar em 2006) ²	0,121	2,737
(Ln pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar em 2006) ³	-0,380	0,601
Percentual de dirigentes homens nos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	0,033**	0,014
Percentual de dirigentes de 25 a 55 anos nos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	-0,004	0,010
Percentual de dirigentes com ensino médio completo nos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	0,007	0,015

Elaboração do autor.

Obs.: 1. Método de estimação: máxima verossimilhança.

2. Função de distribuição admitida para a variável dependente: gamma.

3. Variável dependente: Ln Valor médio anual FNO-Pronaf 2012-2016 por estabelecimento de agricultura familiar em 2006.

4. Foram utilizadas na estimativa 341 observações.

5. ** e * significância estatística aos níveis de 5% e 10% respectivamente.

6. Erros-padrão robustos.

TABELA 8

Empréstimos do FNO-Pronaf: resultados dos testes de hipótese (estatísticas t) quanto à igualdade das médias das covariáveis, após o ajuste pelo GPS, nos quatro intervalos (quartis) da variável de intensidade do tratamento

Covariável	Intervalo 1 (0,02a 0,19)	Intervalo 2 (0,20a 0,53)	Intervalo 3 (0,54 a 1,20)	Intervalo 4 (1,30 a 4,84)
Longitude	0,19	0,24	-0,20	-0,18
Latitude	-0,41	-0,70	0,49	0,75
Altitude	-0,64	1,06	0,02	-0,57
<i>Dummy</i> baixa renda	-0,29	1,20	0,57	-0,86
<i>Dummy</i> dinâmica	1,05	-0,71	0,54	0,59
<i>Dummy</i> estagnada	-0,53	-1,04	-0,78	0,53
Ln pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar em 2006	0,06	-0,51	-0,32	0,95
(Ln pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar em 2006) ²	-0,02	-0,64	-0,18	1,02
(Ln pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar em 2006) ³	-0,07	-0,76	-0,02	1,05
Percentual de dirigentes homens nos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	1,08	-0,41	-0,23	0,18
Percentual de dirigentes de 25 a 55 anos nos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	0,65	-0,79	-0,37	0,41
Percentual de dirigentes com ensino médio completo nos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	-0,74	0,81	0,29	-0,82

Elaboração do autor.

Obs.: A hipótese nula do teste indica que a média da covariável não difere entre as unidades que pertencem ao intervalo de tratamento em questão e as unidades que pertencem aos demais intervalos.

TABELA 9

Empréstimos do FNE-Pronaf: resultados da estimativa do modelo ajustado para o GPS

Covariável	Coefficiente	Erro-padrão
Constante	0,995***	0,386
Longitude	-0,011**	0,005
Latitude	0,019***	0,004
<i>Dummy</i> baixa renda	-0,130***	0,034
Ln pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar em 2006	-2,042**	0,849
(Ln pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar em 2006) ²	1,843**	0,738
(Ln pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar em 2006) ³	-0,483**	0,203
Ln valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar em 2006	0,585***	0,148
(Ln valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar em 2006) ²	-0,168***	0,058
(Ln valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar em 2006) ³	0,017**	0,007
Percentual de dirigentes de 25 a 55 anos nos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	-0,014***	0,002

Elaboração do autor.

Obs.: 1. Método de estimação: máxima verossimilhança.

2. Função de distribuição admitida para a variável dependente: gamma.

3. Variável dependente: Ln valor médio anual FNE-Pronaf 2012-2016 por estabelecimento de agricultura familiar em 2006.

4. Foram utilizadas na estimativa 1.782 observações.

5. *** e ** indicam significância estatística aos níveis de 1% e 5% respectivamente.

6. Erros-padrão robustos.

TABELA 10

Empréstimos do FNE-Pronaf: resultados dos testes de hipótese (estatísticas t) quanto à igualdade das médias das covariáveis, após o ajuste pelo GPS, nos quatro intervalos (quartis) da variável de intensidade do tratamento

Covariável	Intervalo 1 (0,29 a 0,80)	Intervalo 2 (0,80 a 1,25)	Intervalo 3 (1,25 a 2,02)	Intervalo 4 (2,02 a 4,55)
Longitude	-0,85	0,13	0,46	0,15
Latitude	1,65*	-0,78	-1,48	1,01
<i>Dummy</i> baixa renda	1,14	-1,02	0,35	-0,27
Ln Pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar em 2006	0,81	-0,30	-0,27	-0,46

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

Covariável	Intervalo 1 (0,29 a 0,80)	Intervalo 2 (0,80 a 1,25)	Intervalo 3 (1,25 a 2,02)	Intervalo 4 (2,02 a 4,55)
Ln Pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar em 2006 ²	0,65	0,12	-0,60	-0,44
Ln Pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar em 2006 ³	0,46	0,57	-0,91	-0,44
Ln Valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar em 2006	0,55	0,97	-1,01	-1,90*
Ln Valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar em 2006 ²	0,13	1,11	-1,14	-1,30
Ln Valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar em 2006 ³	-0,11	1,23	-1,32	-0,76
Percentual de dirigentes de 25 a 55 anos em estabelecimento de agricultura familiar em 2006	1,38	-0,13	-0,59	0,72

Elaboração do autor.

Obs.: 1. A hipótese nula do teste indica que a média da covariável não difere entre as unidades que pertencem ao intervalo de tratamento em questão e as unidades que pertencem aos demais intervalos.

2. * indica significância estatística ao nível de 10%.

TABELA 11

Empréstimos do FCO-Pronaf: resultados da estimativa do modelo ajustado para o GPS

Covariável	Coeficiente	Erro-padrão
Constante	-2,198	1,476
Longitude	-0,006	0,014
Latitude	0,025**	0,010
Altitude	-0,000	0,000
<i>Dummy</i> dinâmica	0,312***	0,089
<i>Dummy</i> estagnada	0,074	0,077
Agências bancárias em dezembro de 2011	-0,006***	0,001
Ln pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar em 2006	-2,456	2,399
(Ln pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar em 2006) ²	1,965	2,865
(Ln Pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar em 2006) ³	-0,557	1,088
Ln valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar em 2006	3,347***	0,807

(Continua)

(Continuação)

Covariável	Coefficiente	Erro-padrão
(Ln valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar em 2006) ²	-0,794***	0,226
(Ln valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar em 2006) ³	0,061***	0,020
Percentual de dirigentes homens nos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	0,008	0,008
Percentual de dirigentes de 25 a 55 anos nos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	-0,009*	0,005
Percentual de dirigentes com ensino médio completo nos estabelecimentos de agricultura familiar em 2006	-0,010*	0,005

Elaboração do autor.

Obs.: 1. Método de estimação: máxima verossimilhança.

2. Função de distribuição admitida para a variável dependente: gamma.

3. Variável dependente: Ln valor médio anual FCO-Pronaf 2012-2016 por estabelecimento da agricultura familiar em 2006.

4. Foram utilizadas na estimativa 414 observações.

5. ***, ** e * indicam significância estatística aos níveis de 1%, 5% e 10% respectivamente.

6. Erros-padrão robustos.

TABELA 12

Empréstimos do FCO-Pronaf: resultados dos testes de hipótese (estatísticas t) quanto à igualdade das médias das covariáveis, após o ajuste pelo GPS, nos quatro intervalos (quartis) da variável de intensidade do tratamento

Covariável	Intervalo 1 (0,66 a 1,85)	Intervalo 2 (1,87 a 3,11)	Intervalo 3 (3,12 a 5,02)	Intervalo 4 (5,05 a 10,7)
Longitude	1,15	0,53	-0,67	-0,67
Latitude	-0,54	0,09	0,73	-0,12
Altitude	0,54	1,40	-1,29	0,34
Dummy dinâmica	-0,36	-0,20	1,01	-0,59
Dummy estagnada	-0,45	-0,31	0,05	0,01
Agências bancárias em dezembro de 2011	0,75	-0,73	-0,03	-0,59
Ln pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar em 2006	-0,17	-0,16	-0,64	0,97
(Ln pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar em 2006) ²	-0,21	-0,25	-0,31	0,82
(Ln pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar em 2006) ³	-0,22	-0,30	-0,04	0,67
Ln valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar em 2006	0,58	0,11	-0,69	0,55
(Ln valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar em 2006) ²	0,34	0,09	-0,50	0,59

(Continua)

(Continuação)

Covariável	Intervalo 1 (0,66 a 1,85)	Intervalo 2 (1,87 a 3,11)	Intervalo 3 (3,12 a 5,02)	Intervalo 4 (5,05 a 10,7)
(Ln valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar em 2006) ³	0,09	0,07	-0,31	0,65
Percentual de dirigentes homens por estabelecimento de agricultura familiar em 2006	-1,00	1,23	0,15	-0,56
Percentual de dirigentes de 25 a 55 anos por estabelecimento de agricultura familiar em 2006	-0,50	-0,08	0,62	0,32
Percentual de dirigentes com ensino médio por estabelecimento de agricultura familiar em 2006	0,17	-0,19	0,43	-0,74

Elaboração do autor.

Obs.: A hipótese nula do teste indica que a média da covariável não difere entre as unidades que pertencem ao intervalo de tratamento em questão e as unidades que pertencem aos demais intervalos.

4.2 Estimativas das funções dose-resposta e efeito do tratamento

Nas estimativas dos modelos da expectativa de cada variável de resultado condicionada a T_i e \hat{R}_i , foram utilizadas três abordagens. A primeira é similar à empregada em Hirano e Imbens (2004), admitindo-se inicialmente uma especificação paramétrica com os termos linear, quadrático, cúbico e de interação para as variáveis de intensidade do tratamento e do GPS estimado. A segunda abordagem é pelo uso do estimador semiparamétrico de ponderação inversa baseado no método kernel, como proposto em Flores *et al.* (2012). Esta abordagem difere da primeira ao utilizar o GPS estimado para ponderar as observações, de forma a ajustar para diferenças nas covariáveis entre grupos que recebem distintas intensidades de tratamento. O estimador é implementado a partir de uma regressão linear local de Y_i em T_i , com o uso de uma função kernel normal ponderada por \hat{R}_i .¹⁵ A terceira abordagem também é de estrutura semiparamétrica, utilizando o modelo de regressão *spline* penalizado aditivo, como proposto em Bia *et al.* (2014). Nesse caso, além dos termos paramétricos referentes a T_i e \hat{R}_i , foram incluídas na especificação funções lineares de suavização do tipo *piecewise* para distintos intervalos delimitados nos suportes dessas variáveis.¹⁶

15. A seleção da largura de banda (tradução do termo em inglês *bandwidth*) global é feita com base no procedimento proposto em Fan e Gijbels (1996). Neste caso, os termos desconhecidos da largura de banda global ótima foram estimados pelo emprego de um polinômio global de ordem 4 para a variável de intensidade do tratamento.

16. Para uma exposição detalhada sobre os modelos semiparamétricos do tipo *spline* com penalização, ver Ruppert, Wand e Carroll (2003).

As funções dose-resposta médias para distintos níveis de tratamento t , assim como suas primeiras derivadas em relação a t , denominadas na literatura de função efeito do tratamento, foram obtidas a partir das estimativas provenientes dos modelos de expectativa condicional das variáveis de resultado.¹⁷ Os gráficos de 3 a 8 apresentam as funções dose-resposta e efeito do tratamento estimadas para as duas variáveis de resultado consideradas na avaliação dos três fundos constitucionais, com os intervalos de confiança dessas estimativas no nível de 95%. Para a maioria dos resultados obtidos, observou-se semelhança entre os formatos das funções estimadas a partir dos modelos paramétrico e *spline* penalizado aditivo. Importante também acrescentar que a programação utilizada para as estimativas dos dois modelos semiparamétricos permitiu a imposição da condição de sobreposição ou suporte comum, o que levou a uma exclusão adicional das observações amostrais que não se mostraram comparáveis em termos dos seus valores de \hat{R}_i . Aparentemente, a maioria das observações excluídas parece pertencer aos intervalos com os maiores valores da intensidade do tratamento t , o que levou a um aumento dos intervalos de confiança naqueles pontos para o caso das estimativas com modelos semiparamétricos.

No caso do FNO-Pronaf, as estimativas da função dose-resposta do pessoal ocupado por estabelecimento de agricultura familiar (gráfico 3) apresentaram formatos predominantemente convexos, indicando que as ocupações por estabelecimento em 2017 aumentaram a taxas crescentes com a intensidade média do financiamento entre 2012 e 2016. Contudo, as evidências de que os intervalos de confiança das funções efeito do tratamento estimadas incluem o valor zero do eixo vertical para todos os valores de t entre 0,5 e 5,0 apontam que aumentos marginais na intensidade desses financiamentos em qualquer nível t não levaram a mudanças estatisticamente significativas no número de ocupações por estabelecimento.

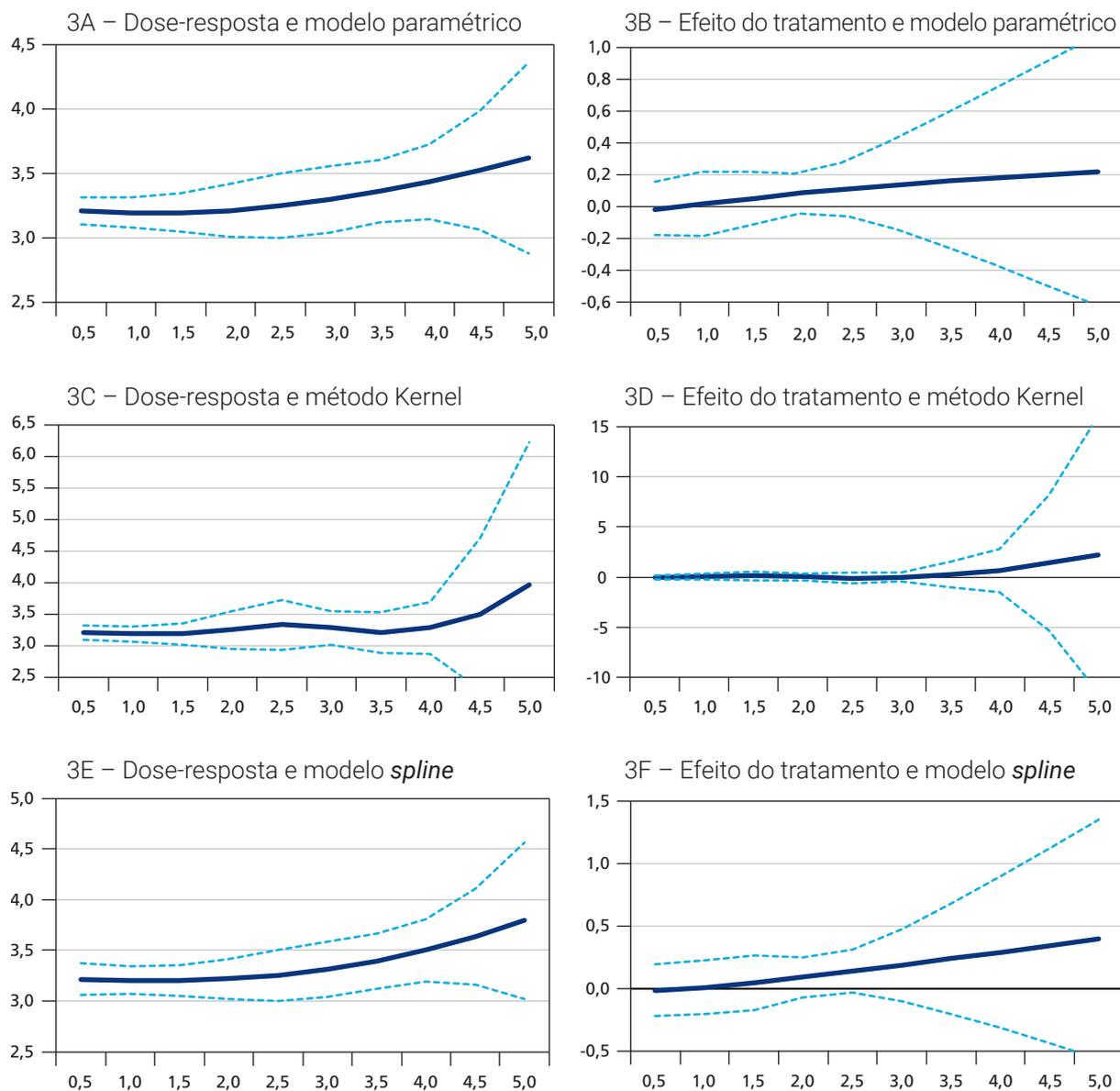
As estimativas das funções dose-resposta do valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar em 2017 não indicam relações monotônicas com a intensidade média do financiamento do FNO-Pronaf (gráfico 4). As funções efeito do tratamento estimadas novamente indicaram a ausência de mudanças estatisticamente significativas para aumentos marginais na intensidade dos financiamentos em qualquer nível t . Portanto, as evidências ilustradas nos gráficos 3 e 4 apontam que os efeitos marginais dos empréstimos do FNO-Pronaf no período 2012-2016 não impactaram de forma significativa o número de pessoas ocupadas e o valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar em 2017.

17. Por ser uma etapa intermediária da análise, além da questão de limitação de espaço no texto, optou-se por não apresentar os resultados obtidos nas estimativas dos modelos de expectativa condicional das variáveis de resultado. Contudo, podem ser solicitados ao autor.

TEXTO para DISCUSSÃO

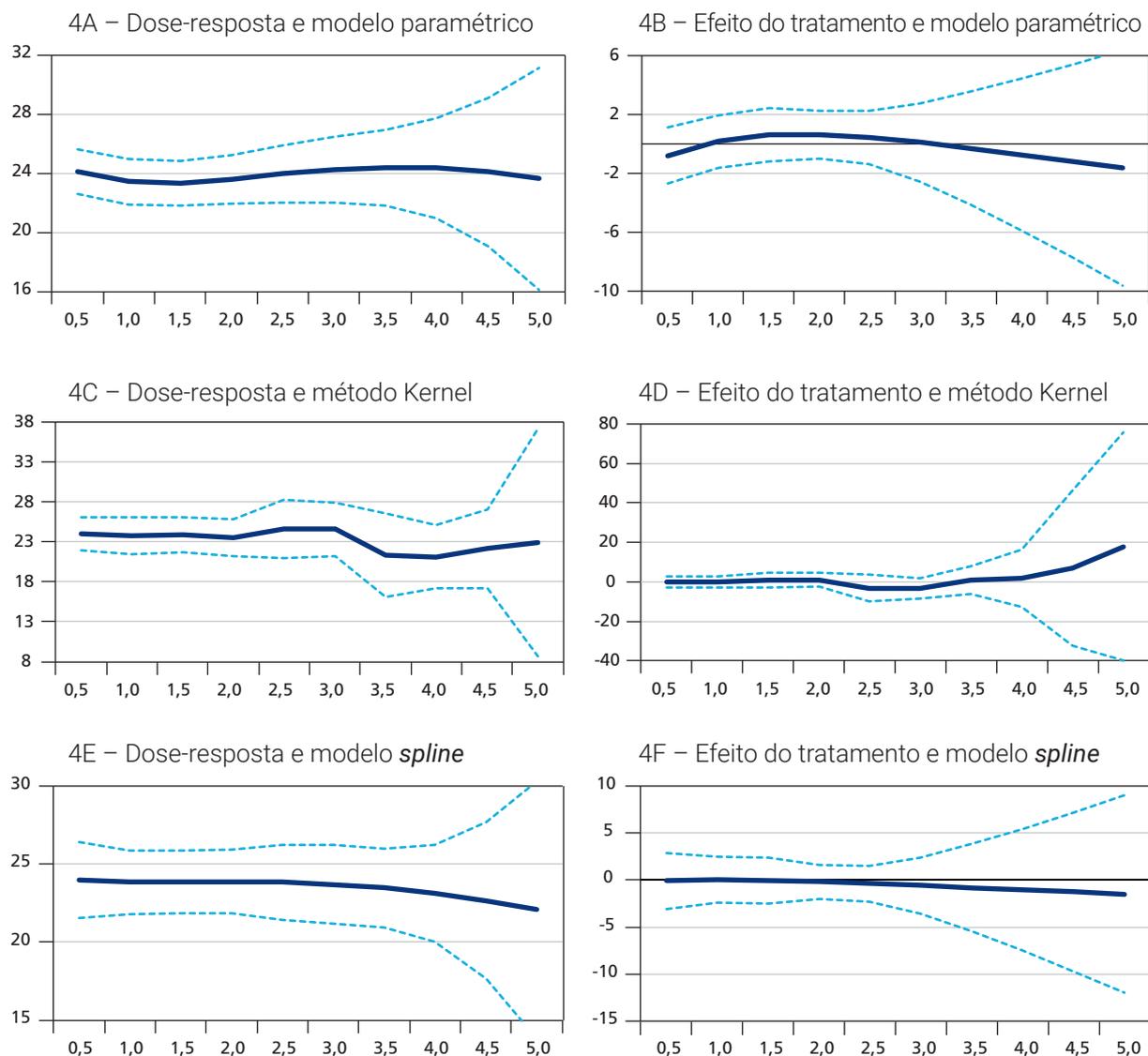
GRÁFICO 3

FNO-Pronaf: estimativas das funções dose-resposta e efeito do tratamento para a variável pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar (2017)



Elaboração do autor.

Obs.: As linhas tracejadas indicam os intervalos de confiança no nível de 95% obtidos por estimativa *bootstrap* com cem repetições.

GRÁFICO 4**FNO-Pronaf: estimativas das funções dose-resposta e efeito do tratamento para a variável valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar (2017)**

Elaboração do autor.

Obs.: As linhas tracejadas indicam os intervalos de confiança no nível de 95% obtidos por estimativa *bootstrap* com cem repetições.

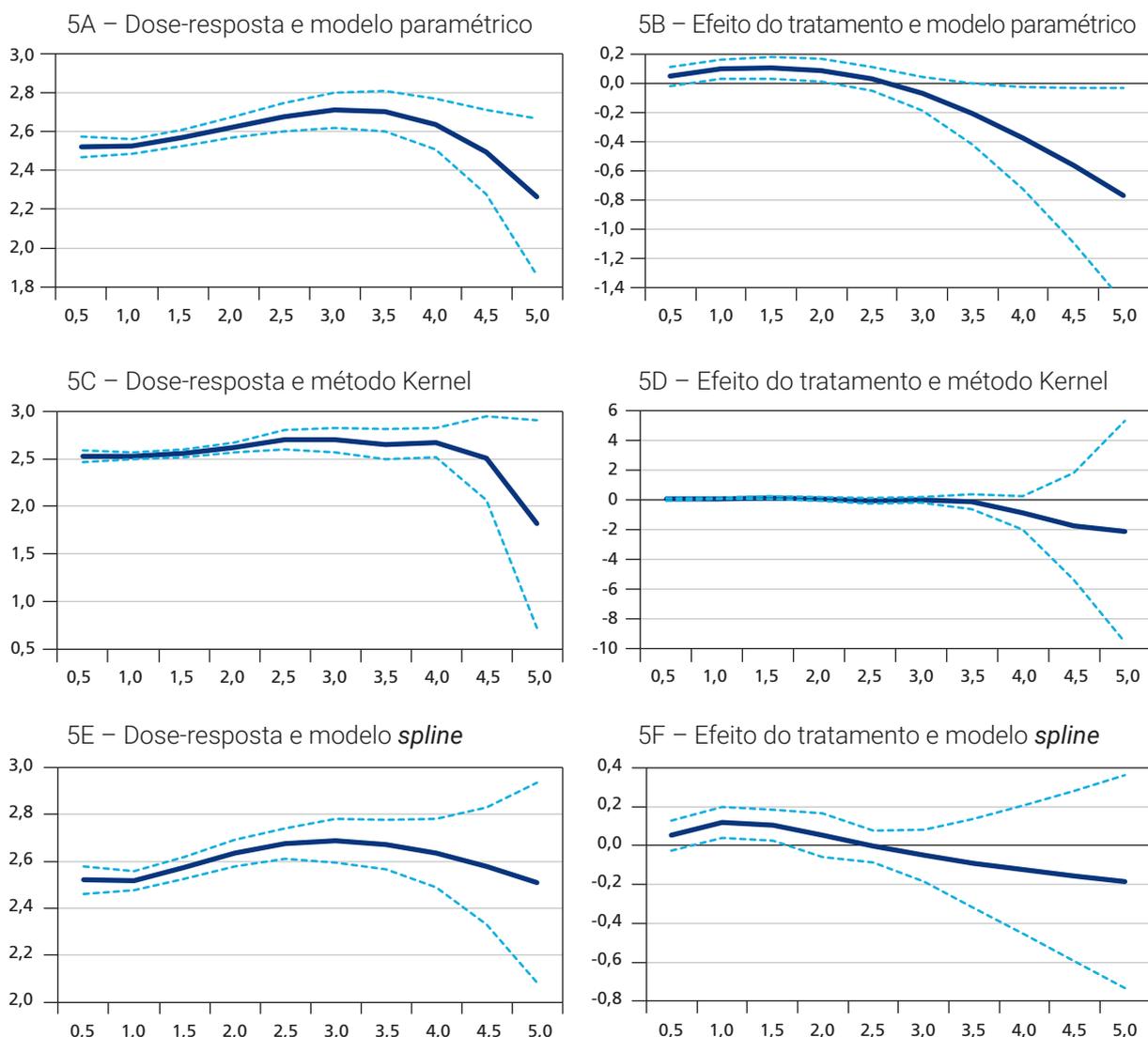
No caso dos empréstimos do FNE-Pronaf, as estimativas das funções dose-resposta não indicam relações monotônicas, apresentando formatos predominantemente côncavos para as duas variáveis de resultado (gráficos 5 e 6), com aumentos delas a taxas decrescentes e um posterior decréscimo após determinado valor da intensidade dos financiamentos. Contudo, o mais importante a destacar, com base nas funções efeito do tratamento estimadas e seus respectivos limites de confiança, são os

TEXTO para DISCUSSÃO

intervalos de valores da intensidade dos empréstimos t em que seus efeitos marginais se mostraram estatisticamente significativos (aproximadamente, para t entre 0,5 e 2,0 no caso da variável pessoal ocupado por estabelecimento; e t entre 0,5 e 2,5, para o valor da produção por estabelecimento). Uma análise pormenorizada dessas faixas de valores será realizada adiante, na seção 4.3, com o auxílio de tabelas contendo os valores numéricos dessas estimativas e sua significância.

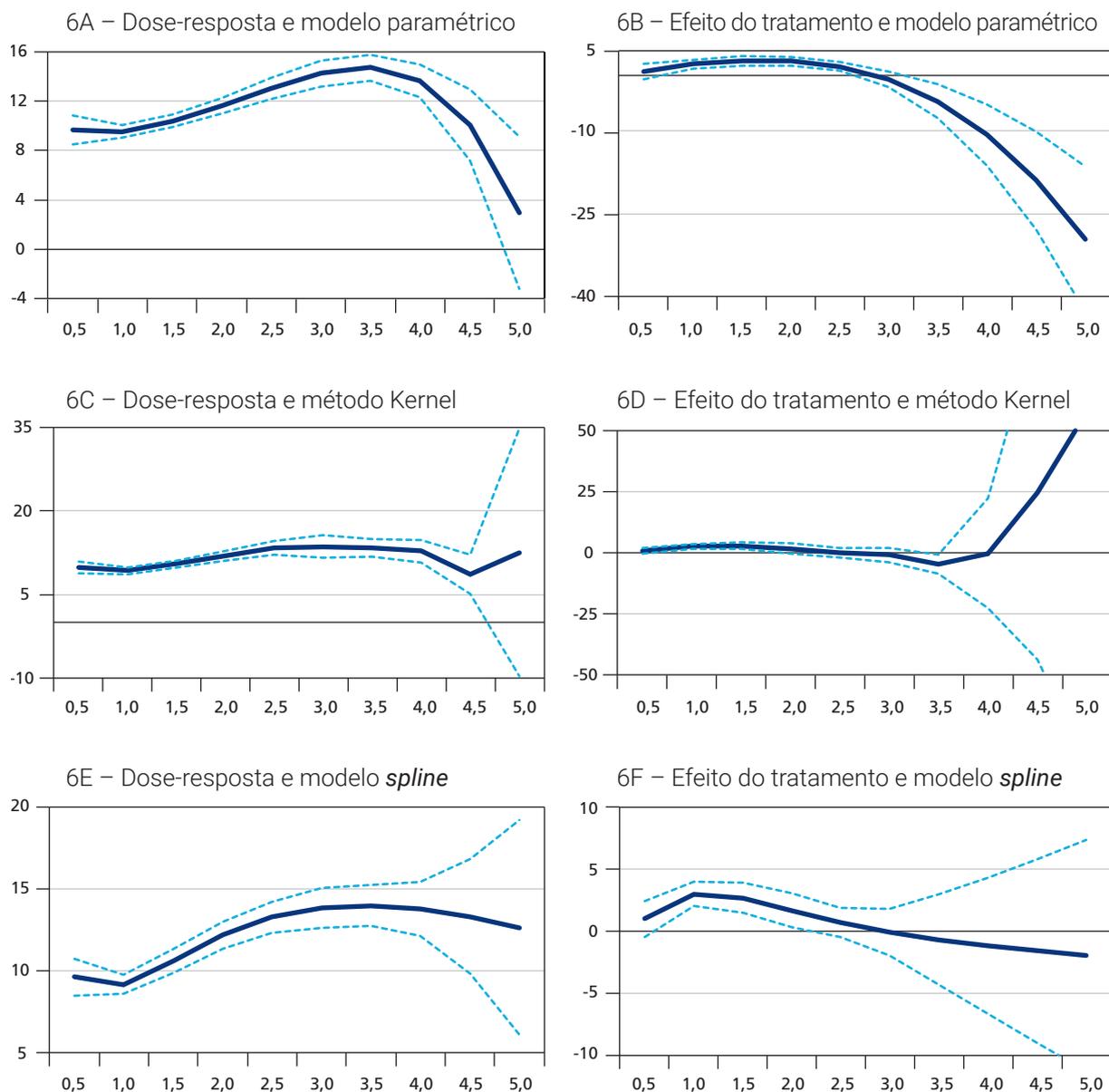
GRÁFICO 5

FNE-Pronaf: estimativas das funções dose-resposta e efeito do tratamento para a variável pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar (2017)



Elaboração do autor.

Obs.: As linhas tracejadas indicam os intervalos de confiança no nível de 95% obtidos por estimativa *bootstrap* com cem repetições.

GRÁFICO 6**FNE-Pronaf: estimativas das funções dose-resposta e efeito do tratamento para a variável valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar (2017)**

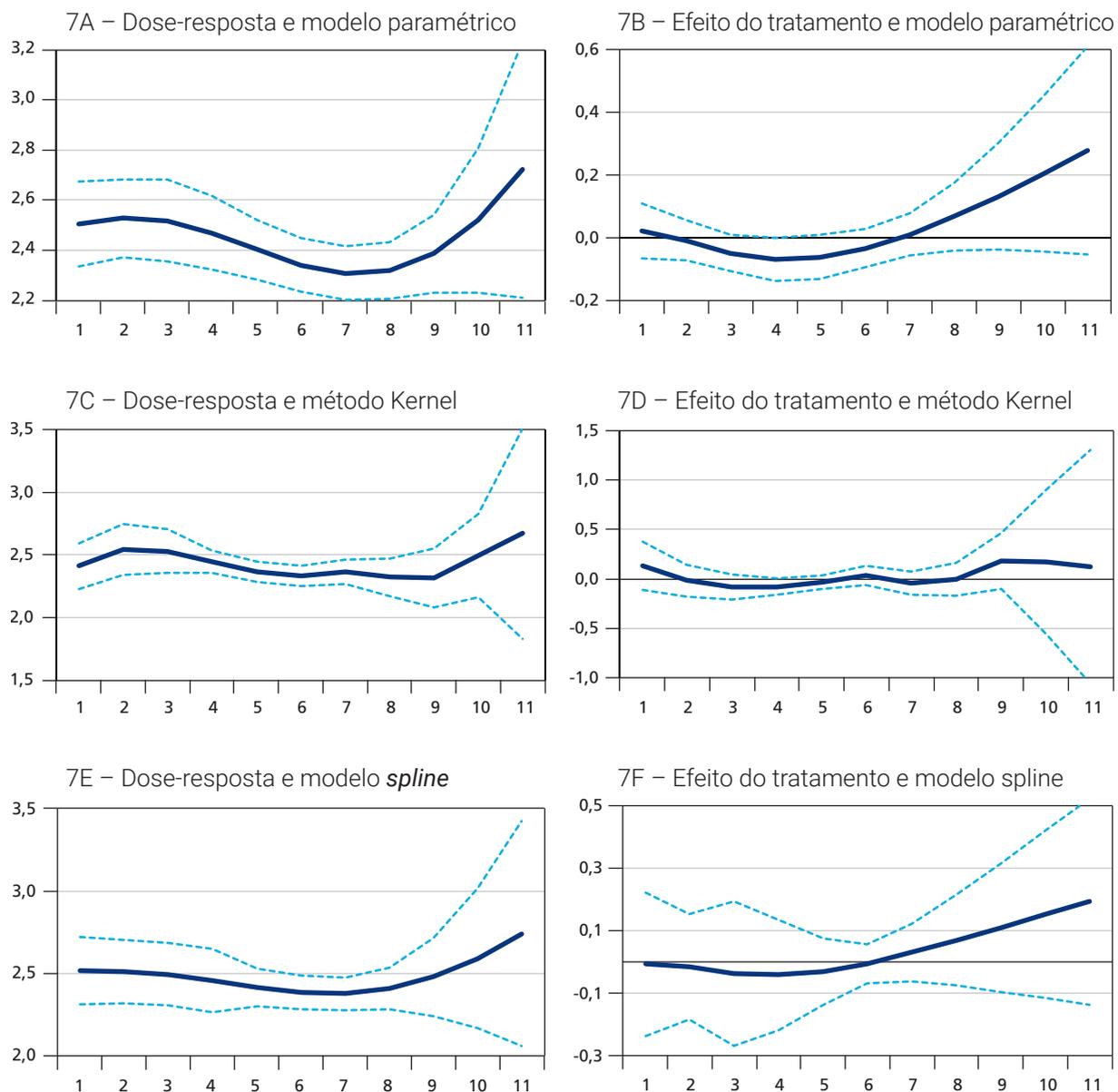
Elaboração do autor.

Obs.: As linhas tracejadas indicam os intervalos de confiança no nível de 95% obtidos por estimativa *bootstrap* com cem repetições.

TEXTO para DISCUSSÃO

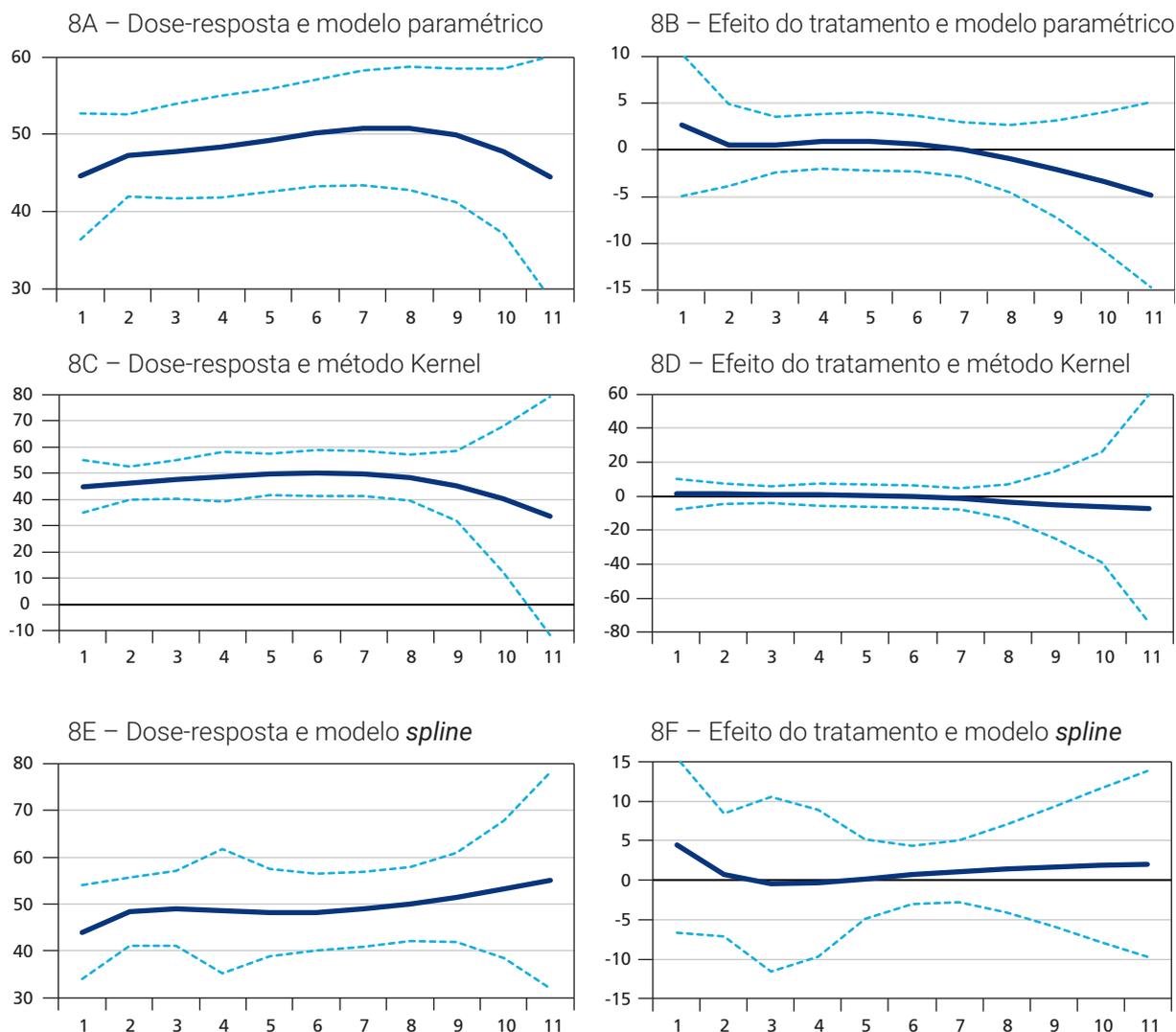
GRÁFICO 7

FCO-Pronaf: estimativas das funções dose-resposta e efeito do tratamento para a variável pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar (2017)



Elaboração do autor.

Obs.: As linhas tracejadas indicam os intervalos de confiança no nível de 95% obtidos por estimativa *bootstrap* com cem repetições.

GRÁFICO 8**FCO-Pronaf: estimativas das funções dose-resposta e efeito do tratamento para a variável valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar (2017)**

Elaboração do autor.

Obs.: As linhas tracejadas indicam os intervalos de confiança no nível de 95% obtidos por estimativa *bootstrap* com cem repetições.

No caso do FCO-Pronaf, as estimativas das funções dose-resposta não indicaram relações monotônicas entre as intensidades dos financiamentos e as duas variáveis de resultado (gráficos 7 e 8). Como no caso do FNO-Pronaf, as funções efeito do tratamento estimadas para as duas variáveis de resultado também indicaram a ausência de variações estatisticamente significativas para aumentos marginais na intensidade dos empréstimos, em todos os valores de t entre 1 e 11. Assim, as evidências obtidas mostraram aumentos marginais nos financiamentos do FCO-Pronaf durante o período

2012-2016, os quais não impactaram significativamente o número de pessoas ocupadas e o valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar em 2017.

4.3 Análise pormenorizada dos impactos dos financiamentos do FNE-Pronaf

Para uma análise mais detalhada dos efeitos estatisticamente significativos dos empréstimos do FNE-Pronaf sobre as variáveis de resultado, são apresentadas nas tabelas 13 e 14 os valores numéricos das estimativas das funções efeito do tratamento que correspondem, respectivamente, aos gráficos 5 e 6. Foram reportados nas tabelas os valores das estimativas obtidas com os três modelos para valores da variável de intensidade dos empréstimos entre 0,50 e 4,00 (medidos em R\$ mil de 2017 por estabelecimento de agricultura familiar) e com incrementos de 0,25.

TABELA 13

FNE-Pronaf: resultados das estimativas das funções efeito do tratamento para a variável pessoas ocupadas por estabelecimento de agricultura familiar (2017)

Intensidade média dos empréstimos do FNE-Pronaf 2012-2016 ¹	Funções efeito do tratamento		
	Estimativa modelo paramétrico ²	Estimativa método kernel ²	Estimativa modelo <i>spline</i> penalizado ²
0,50	0,047	0,032	0,051
0,75	0,084***	0,059**	0,098**
1,00	0,099***	0,088***	0,118***
1,25	0,106***	0,122***	0,118***
1,50	0,107***	0,145**	0,104**
1,75	0,102***	0,134**	0,081
2,00	0,088***	0,080	0,052
2,25	0,064	0,002	0,023
2,50	0,029	-0,053	-0,005
2,75	-0,016	-0,056	-0,030
3,00	-0,072	-0,027	-0,052
3,25	-0,136	-0,027	-0,073
3,50	-0,210	-0,145	-0,092
3,75	-0,290	-0,431	-0,109
4,00	-0,376	-0,858	-0,126

Elaboração do autor.

Notas: ¹ Em R\$ mil de 2017 por estabelecimento da agricultura familiar.

² Pessoas ocupadas em 2017 por estabelecimento da agricultura familiar.

Obs.: *** e ** indicam significância estatística aos níveis de 1% e 5%, respectivamente.

No caso da variável pessoas ocupadas por estabelecimento, ao menos duas das três estimativas apresentadas na tabela 13 indicam que, para intensidades médias dos empréstimos entre 0,75 e 1,75, houve aumentos estatisticamente significativos na variável de resultado a partir de incrementos marginais em *t*. Ademais, os resultados também apontam que os maiores aumentos ocorreram para intensidades entre 1,25 (estimativa do modelo *spline*) e 1,50 (estimativas paramétrica e kernel). Assim, o conjunto dos resultados sugere a existência de níveis mínimo, máximo e ótimo para a intensidade média dos financiamentos do FNE-Pronaf no período considerado. Ou seja, para intensidades em torno de 0,75, os efeitos incrementais dos financiamentos sobre o quantitativo de pessoas ocupadas por estabelecimento passaram a se tornar significativos. Da mesma forma, para intensidades acima de 1,75, aqueles efeitos deixaram de ser significativos. Para intensidades entre 1,25 e 1,50, foram observadas as maiores variações nessa variável de resultado.

TABELA 14

FNE-Pronaf: resultados das estimativas das funções efeito do tratamento para a variável valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar (2017)
(Em R\$ 1 mil)

Intensidade média dos empréstimos do FNE-Pronaf (2012-2016)	Funções efeito do tratamento		
	Estimativa modelo paramétrico	Estimativa método kernel	Estimativa modelo <i>spline</i> penalizado
0,50	0,720	0,620	0,977
0,75	1,599***	1,717***	2,418***
1,00	2,123***	2,624***	3,001***
1,25	2,458***	2,975***	3,001***
1,50	2,658***	2,916***	2,671***
1,75	2,722***	2,563***	2,192***
2,00	2,612***	1,712	1,671**
2,25	2,277***	0,673	1,168*
2,50	1,661***	0,035	0,707
2,75	0,709	-0,280	0,297
3,00	-0,630	-0,831	-0,063
3,25	-2,402	-2,563	-0,381
3,50	-4,647	-4,775	-0,664
3,75	-7,398	-4,754	-0,918
4,00	-10,684	-0,226	-1,151

Elaboração do autor.

Obs.: ***, ** e * indicam significância estatística aos níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

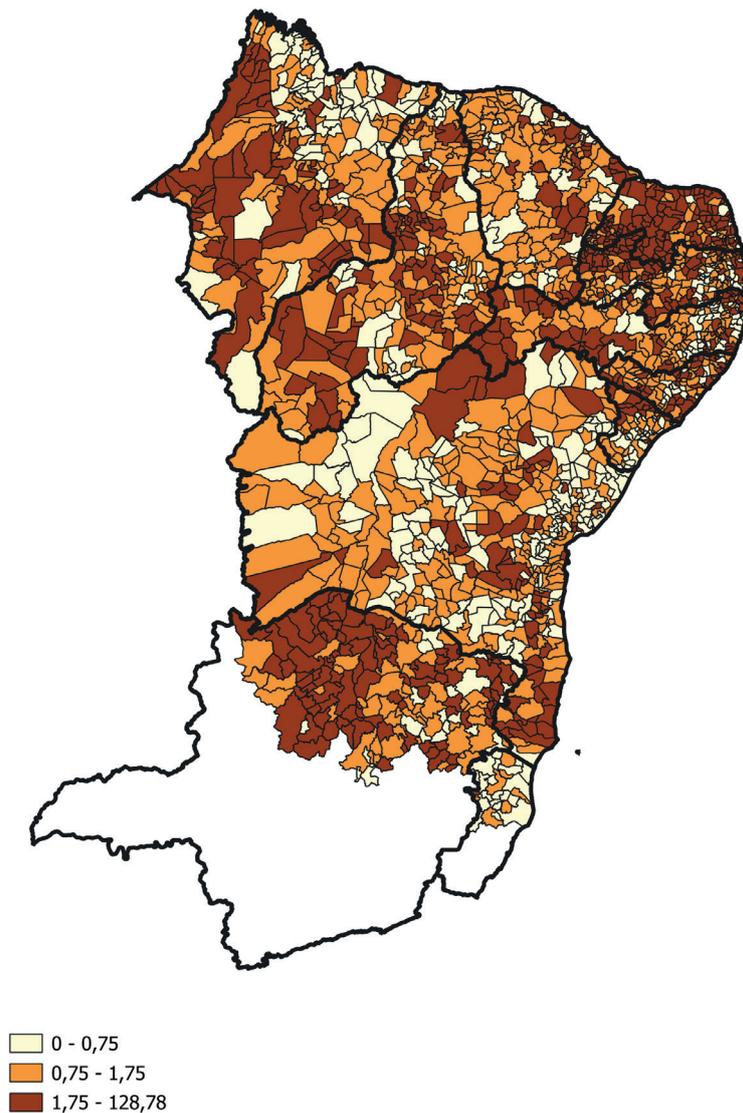
De modo análogo, as estimativas apresentadas na tabela 14 também sugerem a existência de níveis mínimo, máximo e ótimo para a intensidade média dos financiamentos do FNE-Pronaf em relação ao valor da produção por estabelecimento. Para intensidades médias dos empréstimos entre 0,75 e 2,00, houve aumentos estatisticamente significativos na variável de resultado em ao menos duas das três estimativas. Os maiores aumentos ocorreram para intensidades entre 1,25 (estimativa dos modelos kernel e *spline*) e 1,75 (estimativa paramétrica).

Desse modo, para o conjunto das duas variáveis de resultado, as evidências obtidas apontaram que uma intensidade média dos empréstimos do FNE-Pronaf entre R\$ 0,75 mil e R\$ 1,75 mil, em valores de 2017, por estabelecimento de agricultura familiar, se mostrou efetiva. Assim, haveria espaço para aumentar a efetividade média desses financiamentos sem elevar o montante total dos empréstimos concedidos no período 2012-2016, a partir de uma realocação dos recursos dos municípios que excederam o limite superior para as localidades que estiveram abaixo do limite inferior.

A figura 4 apresenta a distribuição por intervalos fixos da intensidade média dos empréstimos do FNE-Pronaf no período analisado, no qual os municípios que receberam recursos na faixa efetiva estão representados pela cor laranja. Apenas no estado do Ceará, esses municípios representaram a maioria absoluta (56,3% do total), embora tenham superado 40% do total nos estados do Piauí, de Pernambuco e da Bahia. Por sua vez, nos estados do Rio Grande do Norte e de Minas Gerais, as localidades com intensidade média dos empréstimos acima da faixa efetiva formaram a maioria absoluta (73,3% e 56%, respectivamente).

FIGURA 4

Distribuição por intervalos fixos da intensidade dos empréstimos do FNE-Pronaf nos municípios (2012-2016)



Fontes: Banco do Nordeste e IBGE (2009).

Elaboração do autor.

Obs.: 1. Valor médio anual do FNE-Pronaf por estabelecimento de agricultura familiar, em R\$ mil de 2017, no período 2012-2016.

2. Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou avaliar empiricamente os efeitos dos empréstimos do FNO, do FNE e do FCO sobre indicadores de emprego e da produção da agricultura familiar, segmento no qual os fundos constitucionais estiveram entre as maiores fontes de financiamento nas suas regiões de atuação desde meados dos anos 2000, mas ainda pouco investigado em estudos anteriores. Para isso, foram realizadas estimativas do escore de propensão generalizado e da função dose-resposta, o que permitiu comparar os desempenhos médios da agricultura familiar em municípios semelhantes quanto a um conjunto de variáveis observáveis, mas submetidos a distintas intensidades com relação aos valores dos financiamentos.

Os resultados empíricos obtidos indicaram que os efeitos marginais dos empréstimos do FNO e do FCO no período de 2012 a 2016 não impactaram de forma significativa os indicadores de pessoas ocupadas e do valor da produção por estabelecimento de agricultura familiar em 2017. Para o caso do FNE, foram verificados efeitos marginais positivos e estatisticamente significativos para uma faixa de valores intermediários (aproximadamente, entre R\$ 0,75 mil e R\$ 1,75 mil, em valores de 2017, por estabelecimento de agricultura familiar), o que sugere a existência de níveis mínimo, máximo e ótimo para a intensidade média desses financiamentos.

Uma análise preliminar (realizada na seção 2), que indicou as distintas dinâmicas das participações dos fundos constitucionais nos totais dos contratos e empréstimos do Pronaf em suas regiões, pode explicar em parte os resultados empíricos obtidos. Como visto, mesmo estando entre as principais fontes de financiamento do Pronaf na região Norte de 2007 a 2016, os empréstimos do FNO perderam participação no total dos valores financiados, de 48% para 38%, entre os períodos 2007-2011 e 2012-2016. Da mesma forma, os empréstimos do FCO passaram de 90% para 47% do total dos valores financiados pelo Pronaf no Centro-Oeste entre os mesmos períodos. Por sua vez, a participação do FNE no Nordeste aumentou de 62% para 69% dos valores totais emprestados. Portanto, seria esperado um maior impacto relativo deste último devido à sua crescente participação no período e consolidação como maior fonte de financiamento do Pronaf na região Nordeste.

Em seu conjunto, as evidências apresentadas neste trabalho sugerem que haveria espaço para aumentar a efetividade média dos financiamentos do FNE sem a elevação do montante total dos empréstimos concedidos ao Pronaf no período 2012-2016, por intermédio de uma realocação espacial dos recursos dos municípios que excederam o limite superior da faixa intermediária (R\$ 1,75 mil) para as localidades que estiveram abaixo do limite inferior dela (R\$ 0,75 mil). Também é possível conjecturar que, no

mesmo período, a intensidade média dos empréstimos do FNO e do FCO ao Pronaf estiveram abaixo dos valores mínimos efetivos em suas regiões, a partir dos quais seus efeitos marginais passariam a impactar de forma significativa a produção e o emprego no setor.

REFERÊNCIAS

BECKER, S.; EGGER, P.; ERLICH, M. Too much a good thing? On the growth effects of the EU's regional policy. **European Economic Review**, v. 56, n. 4, p. 648-668, 2012.

BIA, M.; MATTEI, A. A Stata package for the estimation of the dose-response function through adjustment for the generalized propensity score. **The Stata Journal**, v. 8, n. 3, p. 354-373, 2008.

BIA, M. *et al.* A Stata package for the application of semiparametric estimators of dose-response functions. **The Stata Journal**, v. 14, n. 3, p. 580-604, 2014.

DA MATA, D.; RESENDE, G. Changing the climate for banking: the economic effects of credit in a climate-vulnerable area. **Journal of Development Economics**, v. 146, p. 1-17, set. 2020.

DANIEL, L.; BRAGA, M. Impactos do fundo constitucional de financiamento do Norte: evidências do estimador de diferenças em diferenças. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 55, p. 97-146, jul.-set. 2020.

FAN, J.; GIBELS, I. **Local polynomial modeling and its applications**. Abingdon: Routledge, 1996. (Chapman & Hall/CRC Monographs on Statistics and Applied Probability, n. 66).

FLORES, C. *et al.* Estimating the effects of length of exposure to instruction in a training program: the case of job corps. **Review of Economics and Statistics**, v. 94, n. 1, p. 153-171, fev. 2012.

GUARDABASCIO, B.; VENTURA, M. Estimating the dose-response function through a generalized linear model approach. **The Stata Journal**, v. 14, n. 1, p. 141-158, 2014.

HIRANO, K.; IMBENS, G. The propensity score with continuous treatments. *In*: GELMAN, A.; MENG, X.-L. (Ed.). **Applied bayesian modeling and applied causal inference from incomplete-data perspectives**. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2004. p. 73-84.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

LINHARES, F. *et al.* Brazil's Northeast financing constitutional fund: differentiated effects on municipal economic growth. **Revista CEPAL**, n. 113, p. 183-201, ago. 2014.

NELDER, J.; WEDDERBURN, R. Generalized linear models. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 135, n. 3, p. 370-384, 1972.

OLIVEIRA, G.; MENEZES, R.; RESENDE, G. Efeito dose resposta do Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste (FCO) no estado de Goiás. **Nova Economia**, v. 28, n. 3, p. 965-1000, set.-dez. 2018.

OLIVEIRA, T.; SILVEIRA NETO, R. Descontinuidades espaciais e políticas territoriais: uma avaliação do fundo constitucional de financiamento do Nordeste. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA*, 49., 2021, *online*. **Anais...** Anpec, 2021.

RESENDE, G. **Micro e macroimpactos de políticas de desenvolvimento regional**: o caso dos empréstimos do FNE-Industrial no estado do Ceará. Rio de Janeiro: Ipea, out. 2012. (Texto para Discussão, n. 1777).

RESENDE, G.; SILVA, D. F. C.; SILVA FILHO, L. A. Evaluation of the Brazilian regional development funds: a spatial panel data analysis by typology. **Review of Regional Research**, v. 38, n. 2, p. 191-217, abr. 2018.

ROSENBAUM, P.; RUBIN, D. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. **Biometrika**, v. 70, n. 1, p. 41-55, 1983.

RUPPERT, D.; WAND, M. P.; CARROLL, R. J. **Semiparametric Regression**. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, 2003. (Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics).

SILVA, A.; RESENDE, G.; SILVEIRA NETO, R. Eficácia do gasto público: uma avaliação do FNE, FNO e FCO. **Estudos Econômicos**, v. 39, n. 1, p. 89-125, mar. 2009.

SOARES, R.; SOUSA, J.; PEREIRA NETO, A. Avaliação de impacto do FNE no emprego, na massa salarial e no salário médio em empreendimentos financiados. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 40, n. 1, p. 217-234, jan.-mar. 2009.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Coordenação

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elias de Souza

Supervisão

Ana Clara Escórcio Xavier

Everson da Silva Moura

Revisão

Alice Souza Lopes

Amanda Ramos Marques Honorio

Barbara de Castro

Brena Rolim Peixoto da Silva

Cayo César Freire Feliciano

Cláudio Passos de Oliveira

Clícia Silveira Rodrigues

Olavo Mesquita de Carvalho

Regina Marta de Aguiar

Reginaldo da Silva Domingos

Jennyfer Alves de Carvalho (estagiária)

Katarinne Fabrizzi Maciel do Couto (estagiária)

Editoração

Anderson Silva Reis

Augusto Lopes dos Santos Borges

Cristiano Ferreira de Araújo

Daniel Alves Tavares

Danielle de Oliveira Ayres

Leonardo Hideki Higa

Natália de Oliveira Ayres

Capa

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Projeto Gráfico

Aline Cristine Torres da Silva Martins

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Ipea – Brasília

Setor de Edifícios Públicos Sul 702/902, Bloco C

Centro Empresarial Brasília 50, Torre B

CEP: 70390-025, Asa Sul, Brasília-DF

Missão do Ipea
Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.