

Descontinuidades Espaciais e Políticas Territoriais: Uma Avaliação do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste

Área 10 - Economia Regional e Urbana

Tássia Germano de Oliveira*, Raul da Mota Silveira Neto†

Resumo

Este artigo estuda o impacto de uma das principais políticas de desenvolvimento regional do Brasil, ao explorar a descontinuidade espacial que define a fronteira de atuação do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE), que divide os municípios de Minas Gerais e Espírito Santo em dois grupos, os elegíveis e não elegíveis ao Fundo. A partir do modelo de regressão descontínua geográfica, os resultados para o ano 2010 sugerem que houve uma redução no PIB por trabalhador do setor agropecuário e uma expansão do emprego dos setores agropecuário, industrial e de serviços dos municípios beneficiados pelo FNE. Contudo, não foi identificado impacto dos financiamentos sobre o PIB *per capita*, produto por trabalhador, renda e a taxa de informalidade dos municípios em 2010. Além disso, não foram encontrados efeitos significantes dos empréstimos para os municípios beneficiados no período de 1980 a 2010, ao combinar os modelos de RDD Geográfico e de Diferenças em Diferenças.

Palavras Chaves: Políticas territoriais. Descontinuidades espaciais. Crédito. Desenvolvimento local.

Abstract

This paper studies the impact of one of the main regional development policies in Brazil. We exploit the spatial discontinuity that defines the border of operation of the Northeast Constitutional Fund (FNE), which divides the municipalities of Minas Gerais and Espírito Santo into two groups, the eligible and not eligible for FNE financing. Based on the discontinuous Geographic Regression Discontinuity Design, the results for 2010 indicate that there was a reduction in GDP per worker in the agricultural sector and an expansion of employment in the agricultural, industrial and service sectors of the municipalities benefited by the FNE. However, we do not find any impact of FNE loans on GDP per capita, product per total worker, or even from the industrial and service sectors. There was also no effect on the income and informality rate of the municipalities in 2010. In addition, no significant loan effects were found for the benefiting municipalities in the period from 1980 to 2010, when combining the Geographical RDD and Differences in Differences strategies.

Keywords: Territorial policies. Spatial discontinuities. Credit. Local development.

JEL Classification: H81, R38 e R58

*Dpt. de Economia, Universidade Federal de Pernambuco, E-mail: tassiagermano@gmail.com.

†Dpt. de Economia, Universidade Federal de Pernambuco, E-mail: rau.silveira@uol.com.br.

1 Introdução

Sobretudo em países com dimensões continentais, é regular a presença de distribuição espacial bastante desigual das atividades e recursos produtivos, o que tem motivado intervenções de políticas públicas (Shankar & Shah, 2003; Lessmann & Seidel, 2017). Nesse sentido, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil, as chamadas "*Place-based policies*", têm sido a principal estratégia adotada para diminuir as desigualdades regionais. Envolvendo uma grande soma de recursos, políticas regionais buscam incentivar regiões e localidades menos desenvolvidas através do fomento às atividades produtivas ao adotar, por exemplo, incentivos fiscais, empréstimos subsidiados e investimentos públicos em infraestrutura (Kline & Moretti, 2014).

Na literatura empírica, muitos trabalhos têm discutido os efeitos desse tipo de política sobre o desenvolvimento das regiões, mas ainda não há um consenso sobre a sua efetividade. Por exemplo, acerca dos efeitos dos Fundos Estruturais e Fundos de Coesão na Europa, algumas evidências sugerem que existem efeitos positivos sobre o crescimento do *PIB per capita* das regiões beneficiadas (Becker et al., 2010; Becker et al., 2012; Pellegrini et al., 2013; Becker et al., 2017; Pellegrini & Muccigrosso, 2017), mas que os efeitos sobre o crescimento parecem não se manter além do período da intervenção (Becker et al., 2017). Por sua vez, Dall'Erba & Le Gallo (2008) sugerem que os Fundos Estruturais não contribuíram para o significativo processo de convergência de renda ocorrido nas regiões alvo. Investigações adicionais sugerem que os Fundos Estruturais não impactaram o emprego (Becker et al., 2010). Em direção oposta, Giua (2017) demonstra que os Fundos estimularam a criação de empregos sem deslocar as atividades econômicas das regiões não tratadas. Outros estudos descrevem também que os Fundos induziram efeitos positivos sobre produção, emprego e investimento, mas o impacto sobre a produtividade foi não significativo, ou até negativo (Bernini & Pellegrini, 2011; Cerqua & Pellegrini, 2014).

Inserido nessa literatura, este estudo busca estimar o efeito do acesso ao crédito subsidiado no Brasil, como um instrumento de política regional, sobre o desenvolvimento local. À despeito das diversas intervenções públicas realizadas nas últimas décadas, o país ainda está entre os mais desiguais do mundo, ocupando a sétima posição em 2019¹. As desigualdades se acentuam dentro país, com destaque para a região Nordeste que é historicamente a mais pobre Brasil, concentrando baixos indicadores socioeconômicos e elevadas taxas de desemprego. Neste contexto, foi criado em 1988 o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE) com o objetivo de combater as desigualdades inter-regionais no país. Ao minimizar as restrições de crédito na região, o Fundo visa estimular o desenvolvimento de sua área de atuação por meio de financiamentos aos setores produtivos. São elegíveis ao FNE, produtores e empresas, de todos os tamanhos, além de pessoas físicas e jurídicas e empreendimentos de infraestrutura econômica localizados na área de abrangência da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene). A política de crédito do FNE movimenta uma grande soma de recursos. Notadamente, no período de 2000 a 2017², foram contratados cerca de R\$ 190 bilhões em financiamentos.

Em que pese a importância do tema e o considerável volume de recursos públicos que são direcionados ao FNE, apenas nos últimos anos alguns estudos têm discutido a eficá-

¹Em 2019, o Brasil teve um índice de Gini de 53,3, ficando à frente apenas de países africanos, segundo dados do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). O índice de Gini mede a desigualdade e distribuição de renda. O índice varia de 0 a 100, sendo 0 o menor nível de desigualdade, isto é, igualdade absoluta.

²Segundo dados do Tesouro Nacional, apenas em 2017 os empréstimos contratados pelo FNE somaram R\$ 16,0 bilhões, pouco abaixo dos R\$ 18,5 bilhões gastos com saúde na área de atenção básica de todo o Brasil.

cia dessa política, mas ainda sem uma direção clara sobre seus impactos. Algumas evidências sugerem que não há efeitos dos financiamentos do FNE sobre o crescimento econômico (Galeano & Feijó, 2012; Cravo et al., 2014; Resende, 2014; Da Mata & Resende, 2020); e que os recursos não são direcionados para as áreas prioritárias, as mais pobres e menos dinâmicas (Almeida et al., 2006; Macedo & Mattos, 2008; Macedo, 2017). Ao passo que outros estudos encontram um efeito positivo sobre o PIB *per capita*, a depender do nível de renda e dinâmica econômica dos municípios (Soares et al., 2014; Resende et al., 2017). Adicionalmente, os estudos em nível de firma, em geral, encontram efeitos positivos sobre o emprego formal (Silva et al., 2006; Soares et al., 2009; Silva et al., 2009; Resende, 2012; Resende, 2014). Entretanto, os financiamentos não parecem afetar a produtividade do trabalho, comprometendo, assim, o crescimento de longo prazo dos municípios (Silva & Silveira Neto, 2007; Silva et al., 2009; Soares et al., 2009; Resende, 2012).

É importante notar que os trabalhos sobre o FNE citados acima adotaram metodologias e enfoques distintos. Nas avaliações em nível de firma, foram utilizados os métodos de *Propensity Score Matching - PSM* (Silva & Silveira Neto, 2007; Silva et al., 2009; Soares et al., 2009; Oliveira et al., 2015), o *Generalized Propensity Score - GPS*, doravante (PSG) e o modelo de dados em painel com efeitos fixos (Oliveira & Silva, 2017). Nos estudos com dados agregados, se destacam os modelos de Diferenças em Diferenças - DiD (Da Mata & Resende, 2020), de dados em painel (Resende, 2012; Resende, 2014), de convergência (Soares et al., 2014); de painel espacial (Cravo et al., 2014; Resende et al., 2017), de regressão quantílica e variáveis instrumentais (Irrf & Bastos, 2016), e o de Equilíbrio Geral Computável (Nascimento & Haddad, 2017; Gonçalves, 2017). Embora esses trabalhos ofereçam evidências importantes sobre a eficácia da política, os resultados são muito dependentes das hipóteses de identificação dos modelos empíricos adotados. Por exemplo, apesar da estratégia DiD ser superior às técnicas de *matching* e de *First Difference*, se fatores não observáveis variantes no tempo estiverem presentes, os efeitos da política podem estar viesados.

Centrado nessas limitações, este trabalho visa contribuir para a discussão ao trazer novas evidências sobre os efeitos do acesso ao crédito em áreas sujeitas à consideráveis vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais. Com este objetivo, a partir de um desenho quasi-experimental, explora-se aqui, de maneira inédita, a descontinuidade espacial que delimita a área de atuação do FNE. Além dos municípios da região Nordeste, o Fundo atua sob 196 municípios do Sudeste do país, sendo 168 de Minas Gerais e 28 do Espírito. Na prática, criou-se uma fronteira institucional que divide os municípios desses dois estados em dois grupos: os elegíveis e os não elegíveis ao FNE. Portanto, essa configuração permite investigar os impactos do acesso ao crédito subsidiado com uma abordagem espacial, cuja descontinuidade que define o *status* de tratamento é geográfica. O pressuposto básico da estratégia é que, condicionada a um conjunto de variáveis observáveis, a atribuição das áreas tratadas e de controle é aleatória.

Além dos aspectos físicos e climáticos, medidos pela precipitação e temperatura média, os municípios tratados e não tratados próximos a fronteira são semelhantes em termos de características socioeconômicas (percentual da população com ensino fundamental e taxa de pobreza, por exemplo). Para avaliar os resultados do FNE, lança-se mão do modelo de regressão com descontinuidade geográfica, o RDD geográfico, que explora o salto na probabilidade de recebimento do financiamento que ocorre na fronteira. Seguindo (Dell, 2010), para obter um melhor balanceamento das unidades tratadas e não-tratadas, identifica-se como *forcing variable* tanto a menor distância dos centroides dos municípios à fronteira quanto as coordenadas dos centroides (latitude e longitude). Com esse desenho, compara-se "comparáveis" pois, quando restrito à *bandwidth* ótima, a política do FNE é a única variável que muda na descontinuidade. Dessa forma, permite-se, em alguma medida, controlar por fatores não observáveis.

Adicionalmente, adota-se uma segunda abordagem a fim de explorar a entrada de 72 municípios de Minas Gerais e do Espírito Santo na área de interesse no ano de 1998. Dada a nova fronteira de elegibilidade ao crédito e a variação temporal criada pela introdução desses municípios, aplica-se a estratégia de DiD restrito ao grupo de comparação delimitado pela *bandwidth* ótima do RDD espacial, o que leva a uma melhor identificação dos resultados da política ao permitir controlar tanto características observáveis que variaram ao longo do tempo, quanto fatores não observáveis fixos no tempo com potencial de afetar os *outcomes*.

Os resultados estimados para o ano de 2010 a partir do modelo RDD Geográfico sugerem que os financiamentos do FNE parecem afetar negativamente o setor agropecuário, com uma redução da produtividade do trabalho do setor. Por outro lado, não foram identificados efeitos significantes sobre o PIB *per capita*, o produto por trabalhador (total ou o dos setores industrial e de serviços). A política também não parece ter exercido qualquer influência sobre a renda ou a taxa de informalidade. Por outro lado, os financiamentos contribuíram para o aumento do emprego dos municípios. Esses resultados são robustos a um conjunto de suposições sobre a endogeneidade, como a existência de *sorting* espacial e *displacement* e sensibilidade à especificação dos polinômios geográficos. Ao se investigar o efeito do crédito sobre a amostra de municípios que ingressaram na área de interesse em 1998, as evidências sugerem que não houve efeito sobre qualquer variável de interesse. Os resultados sobrevivem a uma série de exercícios de robustez e não foram observados efeitos antecipatórios da política ao se executar um *event study*.

Além desta introdução, este trabalho apresenta mais quatro seções. A seção 2 discorre sobre a política de crédito do FNE. Na sequência, a seção 3 apresenta a estratégia de identificação e as bases de dados utilizadas. Na seção 4 discute-se os principais resultados obtidos e prossegue-se com os testes de robustez. Por fim, a seção 5 apresenta as considerações finais do estudo.

2 O FNE

Instituído pela Lei³ nº 7.827 de 1989, o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE), ao expandir a oferta de crédito oferecendo financiamento à taxas de juros mais baixas que as de mercado, visa estimular a criação de empregos e aumentar a renda e fomentar o crescimento econômico da região. O Fundo é financiado pelo montante de 1,8% da receita total arrecadada com o Imposto de Renda (IR) e o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI). O FNE é um dos principais instrumentos de atuação da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR), instituída pelo Decreto no 6.047, de 2007 e sob gestão do então Ministério da Integração Nacional (MI), tem como escopo reduzir as desigualdades regionais e ativar as potencialidades de desenvolvimento das regiões brasileiras.

Em termos espaciais, são prioritários os empreendimentos localizados: no Semiárido⁴; em espaços definidos como prioritários pela PNDR; nas áreas de influência de projetos públicos

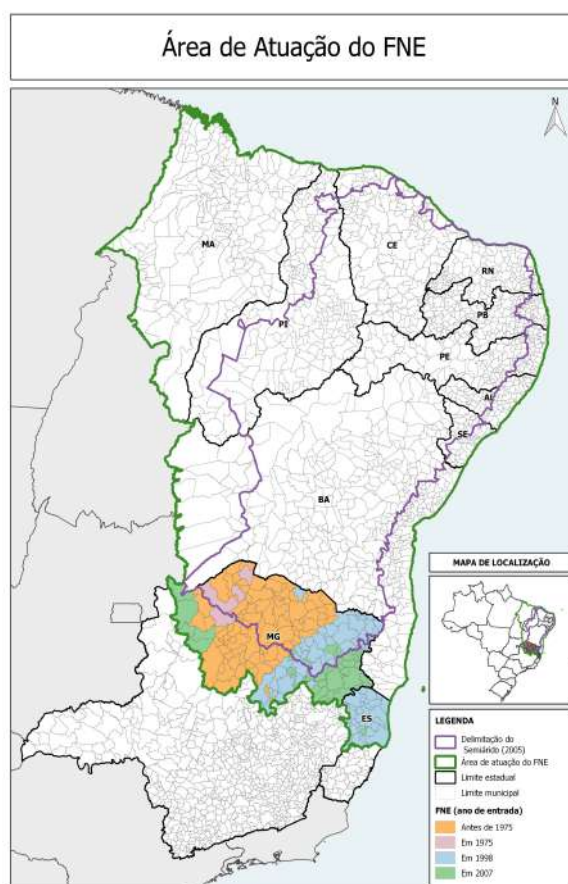
³Além do FNE, a Lei nº 7.827, de 07 de setembro de 1989, instituiu os Fundos Constitucionais do Norte (FNO) e do Centro-Oeste (FCO) e destinou 1,2% do total arrecado do IR e do IPI (50% para cada Fundo) também para o financiamento de atividades produtivas com vistas à redução das desigualdades regionais

⁴O semiárido tem tratamento diferenciado tanto pela disponibilidade de recursos quanto pelas condições de financiamento, como prazos de financiamento e de carência mais longos. Conforme estabelecido na Constituição, metade dos recursos do IPI e IR destinados ao FNE devem ser alocados nesta região. Segundo Gonçalves (2017), desde 1989 até 2016 o FNE financiou aproximadamente R\$ 205,4 bilhões⁵. Deste total, 39,5% foram para o Semiárido e cerca de R\$ 75 bilhões foram destinados aos financiamentos de empreendimentos de mini, micro e pequeno porte.

de irrigação, em especial os projetos agroindustriais; e nas Regiões Integradas de Desenvolvimento (RIDEs), como as RIDEs de Timon-Teresina e Petrolina-Juazeiro. Por sua vez, a elegibilidade ao FNE é delimitada pela Lei Complementar N° 125, de 03 de janeiro de 2007, que institui a Sudene e define sua área de atuação⁶. Os recursos do Fundo estão disponíveis para 1990 municípios, dos quais 196 estão fora da região Nordeste.

Dentre os 168 municípios mineiros que integram a área da Sudene, 82 faziam parte do chamado Polígono das Secas⁷ e ingressaram na área da Sudene antes de 1974. Em 1975⁸, ingressaram mais 3 municípios de Minas Gerais; já em 1998⁹, entraram mais 72 municípios, 45 de Minas Gerais e 27 do Espírito Santo; por último, em 2007, ingressaram mais 39 municípios, sendo apenas do Espírito Santo. Desta forma, o limite da área do FNE muda ao longo do tempo. Desde o ano 2007, 32 municípios delimitam a fronteira de intervenção, sendo 24 de Minas Gerais e 8 do Espírito Santo. A Figura 1 apresenta a região de abrangência do Fundo, demarcada pela linha verde no mapa.

Figura 1: Área de Atuação do FNE



Nota: A linha roxa descreve a área do Semiárido, segundo a delimitação de 2005. Os municípios destacados em laranja ingressaram na área de Sudene entre 1959 e 1974; os destacados em rosa, ingressaram em 1975; os coloridos em azul, entraram em 1998; já os pintados em verde, ingressaram em 2007. Fonte: Elaborada pelos autores.

⁶É importante notar que em todo o texto fala-se em área de atuação da Sudene e do FNE indistintamente.

⁷O Polígono das Secas era uma área composta predominantemente por municípios do Nordeste de diferentes zonas geográficas com distintos índices de aridez e sujeita a repetidos e prolongados períodos de estiagem

⁸Lei N° 6.218, de 7 de julho de 1975

⁹Lei complementar N° 9690, de 15 de julho de 1998

3 Estratégia Empírica e Dados

3.1 Especificação Econométrica

Este estudo explora a delimitação da área de atuação da Sudene, que define a elegibilidade ao crédito subsidiado do FNE, para identificar o efeito de acessar aos financiamentos do Fundo sobre resultados econômicos dos municípios, por meio dos seguintes indicadores: PIB *per capita*, produto por trabalhador, renda *per capita*, renda do trabalho por trabalhador, total do emprego e a taxa de informalidade.

A primeira abordagem empírica considera a última delimitação da região de abrangência da Sudene datada em 2007, que divide os municípios dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo em dois grupos: os elegíveis e não elegíveis aos recursos do FNE. No grupo tratado estão todos os 1.794 municípios da região Nordeste, os 168 municípios do estado de Minas Gerais e os 28 do Espírito Santo, independente do ano de entrada desses últimos na região de interesse. No grupo de não tratados, estão todos os demais municípios desses estados do Sudeste que não acessam ao FNE. Investigou-se, assim, o efeito da política de crédito em 2010.

A partir desse desenho, lança-se mão do modelo de RRD Geográfico (*Geographic Regression Discontinuity Design - GRDD*), que permite estender a análise para toda a amostra de municípios, gerando estimativas locais para além dos municípios que compartilham a fronteira limite da intervenção. Seguindo Dell (2010), Dell et al. (2015) e Keele & Titiunik (2015), comparou-se unidades tratadas e não tratadas que estão a uma certa distância do centroide de cada município e o ponto mais próximo do limite de mudança de política, como se o limite geográfico dividisse as unidades em áreas tratadas e de controle de maneira aleatória. Neste caso, o limite geográfico é representado pelo sistema de coordenadas: latitude e longitude. A especificação adotada é dada pela seguinte equação:

$$y_{it} = \alpha_0 + \beta_0 Dist_i + \beta_1 FNE_i + \gamma X_{it} + f(\text{geographic location}_d) + \phi_d + \epsilon_{it} \quad (1)$$

onde y_{it} representa os *outcomes* (em log) do município i no ano 2010; FNE_i representa o valor do crédito (em log) contratado pelo município i no ano t ; β_1 é o parâmetro de interesse; $Dist_i$ é um vetor que contém a menor distância do centroide do município até a fronteira; X_{it} representa o conjunto de características dos municípios; $f(\text{geographic location}_d)$ representa o polinômio multidimensional do RDD, similar ao proposto por Dell (2010) e Dell et al. (2015), que controla por funções suaves da localização geográfica; ϕ_d representa o efeito fixo de localização (estado); ϵ_{it} é o termo de erro. Em $Dist_i$, as distâncias que estão dentro (fora) da área de abrangência do FNE são consideradas positivas (negativas). Adicionalmente, em todas as estimações emprega-se o erro padrão do tipo *cluster* em nível de municípios, tornando o cálculo dos erros padrões robustos à heterocedasticidade e correlação serial (Bertrand et al., 2004).

Para escolha da comprimento da banda em torno do ponto de corte seguiu-se o estimador *Local Linear Regression Discontinuity* como proposto por Calonico et al. (2014), que corrige os intervalos de confiança pelo viés relacionado às *bandwidths* ótimas que os métodos convencionais baseados em funções Kernel não consideram. Como as unidades tratadas e controles estão dentro do limite de comparação estabelecido pela *bandwidth* ótima, o método de regressão descontínua permite controlar por características não observáveis dos municípios, a exemplo da formação dos municípios, o tipo de solo, de revelo, de vegetação e o clima.

Para controlar por fatores observáveis que podem estar correlacionados com os *outcomes*, o vetor X_{it} inclui as variáveis do período de pré-tratamento relativas: (1) à população como métrica para o tamanho dos municípios, mão de obra e a demanda por serviços públicos, dados,

respectivamente, pela população residente, taxa de urbanização e razão de dependência¹⁰; (2) ao nível de educação como *proxy* para o capital humano, dado pela taxa de analfabetismo e pelo percentual da população com ensino fundamental, médio e superior, respectivamente; (3) à área dos municípios (km²); (4) ao acesso a serviços de infraestrutura, representado pelo percentual da população com acesso à água via rede geral e à energia elétrica; e (5) à precipitação e temperatura média do primeiro ao quarto trimestre, como condições climáticas. Além disso, devido às condições climáticas específicas do Semiárido¹¹, a fim de obter uma maior homogeneidade entre as áreas tratadas e não tratadas pelo FNE, as estimações principais excluíram os municípios do Semiárido¹², cerca de metade dos municípios mineiros da área da Sudene.

Uma questão relevante que dificulta a interpretação causal do efeito do acesso ao crédito é a existência de *spatial sorting*, que pode estar relacionado às políticas direcionadas espacialmente, como o FNE. Este efeito ocorre quando empresas e produtores que, de outra forma, escolheriam se localizar nas áreas não tratadas decidem se instalar nas áreas tratadas para se beneficiar da intervenção. Nesse caso, os financiamentos do FNE estariam deslocando os negócios e as atividades das áreas não tratadas (*displacement*). Conforme descrito por Giua (2017), o *displacement* tende a aumentar os coeficientes estimados quando a distância do município até a fronteira limite da intervenção é pequena.

A fim de verificar se os resultados sofrem de *sorting* espacial, estima-se o efeito do crédito do FNE considerando a estratégia de fronteira, posto que seus resultados tendem a ser mais afetados em comparação aos coeficientes obtidos com o modelo (1), que leva em conta todos os municípios da amostra. Restringe-se a análise aos 79 municípios contíguos ao limite que separa a área do Fundo ao longo dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, permitindo separar os municípios em um grupo tratado com 32 municípios (com FNE) e um grupo controle com 47 municípios (sem FNE). Em termos de AMCs, esses municípios correspondem a 26 unidades tratadas e 39 controles. Para este exercício de robustez, considera-se a seguinte equação:

$$y_{it} = \alpha_0 + \beta_1 FNE_i + \gamma X_{it} + \phi_d + \epsilon_{it} \quad (2)$$

O parâmetro β_1 descreve o efeito de interesse, isto é, de pertencer a área de abrangência da Sudene e acessar os recursos do FNE. Ao comparar os resultados pelas obtidos pelas duas estratégias é possível verificar se os efeitos identificados sofrem do viés de *sorting* espacial. Dessa forma, caso os resultados estimados pelo modelo (1) se mostrarem não significantes ou forem linearmente decrescentes, é possível que os resultados da estratégia de fronteira estejam sobre-estimados. Idealmente, é desejável que as estimativas desses dois modelos apontem para uma mesma direção.

¹⁰A razão de dependência é dada pela divisão da população potencialmente inativa (pessoas de 0 a 14 anos e de 65 anos ou mais) pela população potencialmente produtiva (indivíduos com 15 a 64 anos de idade). Valores elevados indicam que a população em idade produtiva deve sustentar uma grande proporção de dependentes, o que implica elevados gastos assistenciais para a sociedade.

¹¹O semiárido foi delimitado pela Lei Federal nº 7 827, de 27 de setembro de 1989 e substituiu a definição do Polígono das Secas. O Semiárido foi definido como a região inserida na área de atuação da Sudene que apresentava precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 milímetros (mm). A delimitação de 2005 definiu três critérios para inclusão de municípios no Semiárido: (i) precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm; (ii) índice de aridez de até 0,5 considerando o período de 1961 e 1990; e (iii) risco de seca maior que 60%. De acordo com a delimitação de 2005, a região semiárida tem uma extensão de 969.589,4 km² e abrange 1.335 municípios, dentre os quais 1.050 estão do Nordeste e 85 estão no Norte de Minas Gerais.

¹²A região semiárida é caracterizada pela forte dependência dos regimes de chuva, considerável fragilidade ambiental, com um avançado processo de desertificação dos solos, e pela concentração de baixos indicadores socioeconômicos e da maior parcela da população pobre do país. Segundo dados do IBGE, em 2010, 59,1% dos brasileiros em situação de extrema pobreza residiam no Nordeste e, deste total, mais da metade (52,5%) viviam em áreas rurais do Semiárido.

Lançando-se mão de uma segunda abordagem para avaliação dos resultados decorrentes do acesso ao crédito do FNE, explora-se a variação temporal gerada pelos diferentes anos de entrada dos municípios de Minas Gerais e do Espírito Santo na região de atuação da Sudene. Especificamente, leva-se em conta a variação temporal resultante da entrada de 72 novos municípios em 1998. Dado que a comparação entre municípios elegíveis e não elegíveis ao FNE provavelmente pode não ser suficiente para a estimação do efeito de política, limita-se a análise aos municípios do Sudeste que ingressaram na região de interesse apenas em 1998, sendo 45 de Minas Gerais e 27 do Espírito Santo, e aos municípios desses dois estados que nunca receberam recursos do FNE (abaixo da linha de fronteira). Essa segunda abordagem permite combinar o RDD Geográfico com o modelo DiD. Para tal, construiu-se um painel de municípios considerando os anos 1970, 1980, 2000 e 2010.

A combinação dessas duas estratégias permite estimar os efeitos locais da política controlando por características não observáveis específicas ao município e invariantes no tempo e por choques agregados ocorridos no período de análise que podem afetar os *outcomes*. Além desta, outra vantagem desse exercício é que ele considera municípios de uma mesma região, permitindo que os municípios estejam sobre as mesmas políticas de caráter regional, diferindo apenas pela elegibilidade às políticas da área da Sudene. De outra forma, esse cenário contrafactual dentro de uma mesma região minimiza a heterogeneidade em termos de fatores não observáveis, que não é possível controlar diretamente, mas que idealmente devem se distribuir de maneira suave entre as observações (Blundell & Dias, 2009).

A execução desse exercício é feita em dois estágios. No primeiro estágio, restringe-se a amostra de análise aos municípios cuja distância dos centroides até a fronteira esteja dentro da *bandwidth* ótima, que delimita os limites da área tratada e não tratada. Para tanto, tal como no exercício anterior, seguiu-se o procedimento proposto por Calonico et al. (2014). No cômputo da *bandwidth* ótima, foram inseridas coordenadas geográficas dos centroides dos municípios com intuito de obter uma estimação mais precisa da distância até a fronteira (Keele & Titiunik, 2015). Adicionalmente, para obter um melhor balanceamento, foram incluídas covariadas do período de pré-tratamento (1980). No segundo estágio, seguiu-se com a estimação do modelo de DiD, que considera se o município i recebeu empréstimos do FNE no ano t . A especificação do modelo é dada pela seguinte equação:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta FNE_{it} + \gamma X_{it} + \alpha_i + \phi_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

onde y_{it} representa a variável de resultado do município i no ano t ; FNE_{it} representa o valor do crédito (em log) contratado pelo município i , sendo β o parâmetro de interesse; X_{it} denota um conjunto de características dos municípios; α_i e ϕ_t representam, respectivamente, o efeito fixo de município e o efeito fixo de ano; ε_{it} representa o termo de erro. Por fim, em todas as estimações emprega-se o erro padrão do tipo *cluster* em nível de município, tornando cálculo dos erros padrões robustos à heterocedasticidade e correlação serial (Bertrand et al., 2004).

3.2 Dados

A fim de avaliar o impacto do acesso ao crédito sobre o produto, renda e emprego dos municípios beneficiados pelo FNE, combinou-se dados dos empréstimos, do PIB e dos Censos Demográficos, ambos disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e de precipitação e temperatura. A base com as informações socioeconômicos compreende os anos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, o que permite utilizar os Censos Demográficos anteriores a 1989, ano de criação do FNE. Para manter a comparabilidade ao longo dos anos, os dados municipais foram agregados em áreas mínimas comparáveis (AMCs). Desta forma, os

resultados se referem, na verdade, às AMCs e não aos municípios. A amostra geral compreende os 1900 municípios elegíveis ao FNE e os 725 municípios mineiros e capixabas não elegíveis. Em termos de AMCs, são 1.416 unidades tratadas e 654 não tratadas.

Na sequência, as informações sobre as contratações do FNE, para os anos 1989 a 2017, são computadas pelo Banco do Nordeste (BNB) e foram obtidas junto ao então Ministério da Integração (MI) e ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Os dados do PIB e do valor adicionado bruto (VAB) dos setores agropecuário, industrial e de serviços são do IBGE e estão disponíveis no site IPEADATA, em nível de municípios e de AMCs. Contudo, embora existam informações desde o ano 1920, não há dados sobre o produto dos municípios em 1991, ano do Censo.

Ao se calcular o total de trabalhadores ocupados a partir dos microdados dos censos, computou-se o emprego no município onde o indivíduo trabalha, independente do seu local de residência, mas essa variável só está disponível nos Censos de 1980, 2000 e 2010. A base final¹³ com as variáveis socioeconômicas considera apenas os anos de 1970, 1980, 2000 e 2010. Por último, os dados trimestrais de precipitação e temperatura dos municípios, que permitem levar em conta as condições ambientais das localidades de interesse, disponíveis desde 1900 até 2017¹⁴, foram produzidos e documentados por Willmott and Matura (2018).

3.3 Estatísticas Descritivas

Buscando verificar se a descontinuidade gerada pela fronteira geográfica de atuação do FNE está associada apenas a condição de tratamento, levou-se em conta características socioeconômicas e climáticas, permitem capturar em alguma medida a heterogeneidade municipal. De acordo com as diferenças tomadas em 1980, ano de pré-tratamento, apresentadas na Tabela 1, para quase todas as variáveis não há diferença significativa em termos destas características observáveis, entre grupo de controle e tratamento. Para estes cálculos, foram considerados como controle os municípios não atendidos pelo FNE e contíguos a fronteira de atuação da política. As únicas exceções foram a população, a taxa de analfabetismo, e área dos municípios (km²), cuja média se mostrou maior nas áreas tratadas.

Investigou-se também se os municípios diferem em termos de recursos recebidos via transferências, o que pode vir a influenciar o nível de renda dessas localidades. Com esse objetivo, ponderados pelo tamanho da população, comparou-se a média dos recursos oriundos do Fundo de Participação dos Municípios (FPM), do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb), do Benefício de Prestação Continuada (BPC) e do Programa Bolsa Família (PBF) que foram transferidos aos municípios tratados e não tratados em 2010. Nota-se que os municípios não tratados, em média, receberam relativamente mais recursos do FPM.

¹³Diante da indisponibilidade de dados do PIB para o ano de 1991 e da não identificação do município de trabalho no Censo do mesmo ano, a base final não inclui os dados do censo de 1991. Além disso, destaca-se que todos os valores monetários foram atualizados para o ano 2010, a partir do Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) do IBGE

¹⁴Os dados de precipitação e temperatura apresentam frequência mensal e anual, disponíveis desde o ano 1900 até 2017 na página do *Global Air Temperature and Precipitation: Regridded Monthly and Annual Climatologies*.

Tabela 1: Estatísticas descritivas para os municípios que delimitam a fronteira de atuação do FNE a partir de 2007

Variáveis	Descrição	Não tratados		Tratados		(c) - (a)
		Média (a)	SD (b)	Média (c)	SD (d)	
Características dos municípios (1980)						
pop	total de residentes	13,841.4	10,867.2	27,952.2	35,808.1	14,110.7692**
tx_urb	taxa de urbanização	38.4	18.0	36.8	15.5	-1.63
razao_dep	razão de dependência	89.6	9.7	92.8	8.0	3.20
dens_pop	densidade populacional	16.4	8.9	15.3	12.6	-1.09
area_amc	área da AMC (km2)	1,413.4	2,413.4	2,430.4	1,914.4	1,017.0256*
tx_analf	taxa de analfabetismo	51.8	9.4	57.3	9.7	5.4341**
share_fund	% população com ensino fundamental	2.5	1.4	2.3	1.5	-0.19
share_med	% população com ensino superior	1.5	1.2	1.3	1.2	-0.14
share_sup	% população com ensino médio	0.2	0.2	0.2	0.3	0.05
share_agro	% de trabalhadores na agropecuária	61.7	15.5	64.1	19.0	2.39
share_ind	% de trabalhadores na indústria	13.3	11.7	12.5	11.2	-0.76
share_serv	% de trabalhadores nos serviços	21.4	7.7	19.8	9.6	-1.59
tx_agua	% população com acesso à água, via rede geral	33.2	17.2	29.1	15.0	-4.06
tx_energia	% população com acesso à energia elétrica	30.4	17.3	28.2	17.7	-2.21
tx_esgoto	% população com acesso à esgoto, via rede geral	17.7	9.5	18.2	10.8	0.52
tx_pobre	taxa de pobreza	56.5	15.2	57.9	12.9	1.41
tx_ext_pobre	taxa de extrema pobreza	27.7	14.0	27.8	11.4	0.19
ln_renda_pc	renda per capita (em log) - R\$	5.4	0.4	5.3	0.3	-0.05
Transferências de recursos aos municípios (2010)						
ln_fpm_pc	valor total do FPM per capita (em log) - R\$	6.37	0.47	6.07	0.38	-0.29**
ln_fundeb_pc	valor total do FUNDEB per capita (em log) - R\$	5.39	0.31	5.42	0.27	0.03
ln_bpc_pc	valor total do BPC per capita (em log) - R\$	4.83	0.77	4.51	1.05	-0.31
ln_pbf_pc	valor total do PBF per capita (em log) - R\$	4.73	0.33	4.80	0.30	0.07
Variáveis ambientais (1980)						
rain_1trim	média de chuva acumulada no 1º trimestre	581.68	102.79	586.21	95.27	4.53
rain_2trim	média de chuva acumulada no 2º trimestre	227.99	61.77	209.58	76.63	-18.41
rain_3trim	média de chuva acumulada no 3º trimestre	47.41	12.42	43.58	14.90	-3.82
rain_4trim	média de chuva acumulada no 4º trimestre	443.51	74.92	445.01	63.57	1.50
temp_1trim	temperatura média no 1º trimestre	22.70	1.52	22.79	1.60	0.09
temp_2trim	temperatura média no 2º trimestre	19.81	1.63	20.25	1.69	0.44
temp_3trim	temperatura média no 3º trimestre	19.14	1.55	19.68	1.60	0.55
temp_4trim	temperatura média no 4º trimestre	22.67	1.36	22.93	1.42	0.27
Total de AMCs na Fronteira (a partir de 2007)		39.00	-	26.00	-	-

Notas: Dados do Censo Demográfico e PIB dos municípios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Informações sobre as transferências do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica (FUNDEB) e do Fundo de Participação dos Municípios (FPM) são do Tesouro Nacional. Informações sobre o Programa Bolsa Família (PBF) e o Benefício de Prestação Continuada (BPC) são do Ministério da Cidadania. Fonte: Elaborada pelos autores.

4 Resultados

4.1 Variação espacial: efeitos do acesso ao crédito do FNE em 2010

Investiga-se o efeito do acesso ao crédito do FNE em 2010 sobre indicadores econômicos dos municípios elegíveis ao Fundo, ao se considerar a última definição da área de abrangência da Sudene e do FNE, datada em 2007. Além dos municípios do Nordeste que sempre foram alvo da política, aqui também se considera no grupo tratado os 168 municípios de Minas Gerais (MG) e 28 do Espírito Santo (ES) elegíveis ao Fundo. No grupo não tratado, estão todos os municípios destes dois estados do Sudeste do Brasil fora da área de interesse. Os resultados de interesse são avaliados nas Tabelas ¹⁵ 2, 3 e 4.

Especificamente para os indicadores de produção avaliados na Tabela 2, de uma maneira geral, as evidências obtidas indicam que o efeito da política de crédito do FNE sobre os municípios beneficiados foi nulo, seja ao se analisar o PIB *per capita* ou o produto por trabalhador

¹⁵Em todas as especificações incluem-se polinômios de distância, de latitude e longitude de 1ª e 2ª ordem, *dummy* de estado e controles ambientais (precipitação e temperatura) e de características dos municípios (população, educação, área e acesso à infraestrutura).

total ou dos setores industrial e de serviços¹⁶. A única exceção é para o setor agropecuário¹⁷, no qual se verifica uma redução de cerca de 2,6% do produto agropecuário ponderado pelo total de trabalhadores do setor. Acerca dos efeitos sobre a renda, como visto na Tabela 3, os coeficientes estimados também foram não significantes, seja ao analisar o rendimento total *per capita* ou aqueles decorrentes do trabalho (total ou setorial).

Por sua vez, os coeficientes da Tabela 4 sugerem que os financiamentos do FNE levaram a um aumento no emprego total dos municípios, que considera tanto o setor formal quanto informal, na ordem de 3,5%. Também foram observados efeitos positivos dos financiamentos sobre os setores agropecuário, industrial e de serviços, com uma expansão na contratação de mão de obra em torno de 5,4%, 2,8% e 3,5%, respectivamente. No entanto, o maior acesso ao crédito não parece ter afetado a taxa de informalidade dos municípios (quinta coluna). Apesar do sinal negativo, o que poderia sugerir uma possível redução no total de trabalhadores informais, o coeficiente é não significativo. Logo, pode-se concluir que a expansão observada no emprego não foi acompanhada de uma maior formalização do mercado de trabalho. Acerca desse conjunto de resultados, há duas possíveis razões para a ausência de efeito dos financiamentos observada para o PIB per capita e produto por trabalhador. A primeira estaria relacionada a ineficácia da política nessas localidades específicas. Já a segunda, estaria relacionada ao destino dos recursos do FNE, que vão sobretudo para o setor agropecuário que é caracterizado pela informalidade e, portanto, não é captado plenamente pelo PIB. É possível ainda que a política tenha financiado atividades pouco produtivas na região que, tendo um baixo valor econômico agregado, talvez na ausência dos financiamentos do FNE, não fossem viabilizadas. Outra possível explicação para os resultados negativos sobre o setor primário pode advir também dos efeitos da seca ocorrida entre os anos 2007 e 2008, que atingiu severamente os municípios do Norte de Minas Gerais localizados na área da Sudene. Considerada a pior seca da história para essa região de Minas Gerais, seus efeitos se estenderam por um longo período. Nesse sentido, ao financiar prioritariamente os pequenos produtores, o Fundo pode ter contribuído para garantir a continuidade das atividades produtivas nessas localidades, em especial no setor primário¹⁸. Entretanto, o crédito subsidiado não parece ter sido suficiente para reverter a queda na produtividade da agropecuária observada em 2010.

Embora na contramão do esperado, os resultados para o PIB obtidos até aqui estão em consonância com as evidências apresentadas por Da Mata & Resende (2020), que exploraram a mudança da regra que define a área do semiárido e o acesso ao crédito mais barato destinado aos produtores dessa região em comparação aos municípios também elegíveis ao FNE, mas com taxas de juros maiores. Os autores também não encontraram efeitos locais do FNE sobre o crescimento do PIB municipal, tampouco sobre o aumento do PIB e renda setorial no período

¹⁶O setor de serviços inclui as atividades do setor de comércio e serviços, exclusive os serviços relacionados à administração pública.

¹⁷Em relação aos financiamentos do FNE, foram contratados R\$ 10,75 bilhões em 2010 em toda área alvo da política. Do total contratado, 34,0% dos recursos foram destinados ao setor rural. Já nos 196 municípios de Minas Gerais e Espírito Santo elegíveis ao FNE, o peso do setor rural foi maior, concentrando 74,3% dos recursos contratados nesses dois estados; seguido do setor de comércio e serviços, com 18,5%. Por sua vez, nos 32 municípios que delimitam a atual fronteira de elegibilidade ao FNE, 55,4% dos recursos foram contratados pelo setor rural que financia a atividade agropecuária; 33,0% do total foram alocados no comércio e serviços; enquanto a indústria teve participação ínfima nas contratações tanto nos municípios da fronteira (2,1%) quanto nos 196 municípios alvo do estudo (3,8%).

¹⁸Em relação ao PIB dos municípios, também em 2010, nota-se que a agropecuária teve a menor participação seja no Valor Adicionado Bruto (VAB) da área total do FNE (6,8%), ou nos dos municípios do Sudeste que são elegíveis a política (8,2%). Já nos municípios contíguos a fronteira de intervenção, a agropecuária teve grande relevância na economia (22,9%) e ficou atrás apenas do setor de serviços, que é responsável por 34,0% do VAB total dessas localidades.

de 2000 a 2010. Contudo, ainda que em uma dimensão mais informal da economia, os autores observaram efeitos positivos sobre o aumento do estoque de caprinos, que caracteriza a pecuária do Semiárido. Adicionalmente, ao levar em conta apenas a parcela da população em situação de extrema pobreza no Semiárido, encontraram um efeito positivo dos financiamentos sobre a renda *per capita* dos municípios, na ordem de 3,8%.

Tabela 2: Efeito do acesso ao crédito do FNE sobre o Produto em 2010

Variável dependente	Produto/ trabalhador				
	PIB per capita	Total			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Recursos FNE (log)	-0.0047	-0.0123	-0.0261**	-0.0022	-0.0104
	-0.01	-0.009	-0.01	-0.013	-0.009
N	291	268	281	274	287
R ²	0.38	0.36	0.56	0.22	0.36
Bandwidht controle (km)	156	140	151	139	153
Bandwidht tratado (km)	245	317	254	362	253
Controles	✓	✓	✓	✓	✓

Notas: As variáveis controles são definidas na Tabela 1 e se referem ao ano 1980. Controles: pop, tx_urb, razao_dep, area_amc, tx_analf, share_fund, share_med, share_sup, tx_agua, tx_energia. A *bandwidth* ótima foi selecionada a partir do pacote *rdwselect* disponível para o *Stata* usando a opção (*msetwo*). Erros-padrão robustos do tipo *cluster* em nível de AMC entre parênteses. Nível de significância: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 3: Efeito do acesso ao crédito do FNE sobre a Renda em 2010

Variável dependente	Renda/ trabalhador				
	Renda per capita	Total			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Recursos FNE (log)	0.0011	-0.001	-0.0034	0.0009	0.0006
	-0.002	-0.002	-0.004	-0.004	-0.003
N	292	281	372	236	289
R ²	0.79	0.67	0.64	0.53	0.60
Bandwidht controle (km)	158	144	213	123	153
Bandwidht tratado (km)	262	348	311	265	340
Controles	✓	✓	✓	✓	✓

Notas: As variáveis controles são definidas na Tabela 1 e se referem ao ano 1980. Controles: pop, tx_urb, razao_dep, area_amc, tx_analf, share_fund, share_med, share_sup, tx_agua, tx_energia. A *bandwidth* ótima foi selecionada a partir do pacote *rdwselect* disponível para o *Stata* usando a opção (*msetwo*). Erros-padrão robustos do tipo *cluster* em nível de AMC entre parênteses. Nível de significância: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 4: Efeito do acesso ao crédito do FNE sobre o Emprego em 2010

Variável dependente	Emprego				Taxa de Informalidade
	Total	Agropecuária	Indústria	Serviços	
	(1)	(2)	(3)	(4)	
Recursos FNE (log)	0.0346***	0.0542***	0.0279**	0.0346***	-0.0708
	(0.012)	(0.013)	(0.014)	(0.013)	(0.126)
N	292	296	282	288	355
R ²	0.69	0.58	0.71	0.71	0.7
Bandwidht controle (km)	153	158	148	149	201
Bandwidht tratado (km)	330	310	336	350	297
Controles	✓	✓	✓	✓	✓

Notas: As variáveis controles são definidas na Tabela 1 e se referem ao ano 1980. Controles: pop, tx_urb, razao_dep, area_amc, tx_analf, share_fund, share_med, share_sup, tx_agua, tx_energia. A *bandwidth* ótima foi selecionada a partir do pacote *rdwselect* disponível para o *Stata* usando a opção (*msetwo*). Erros-padrão robustos do tipo *cluster* em nível de AMC entre parênteses. Nível de significância: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Fonte: Elaborada pelos autores.

4.2 Robustez

A fim de fornecer um suporte adicional aos resultados discutidos acima (subseção 4.1), esta subseção apresenta um conjunto de exercícios de verificação de robustez¹⁹ com intuito de identificar se há algo além do tratamento sendo capturado nas estimativas principais. O primeiro exercício de robustez considera a estratégia de fronteira, que buscou verificar se os efeitos estimados sofrem de *sorting* espacial. Restrito ao conjunto de municípios que compartilham a linha de fronteira de intervenção do FNE, coeficientes do estimados sugerem que os financiamentos do FNE não influenciaram os resultados de PIB, renda e emprego dos municípios beneficiados. Além disso, os resultados da estratégia de fronteira sugerem que não houve *sorting* espacial, posto que as estimativas pouco variaram em relação à estratégia principal. Logo, pode-se concluir que não há evidências de que os financiamentos do FNE tenham deslocado atividades produtivas e oportunidades de emprego das localidades vizinhas, o que reforça a confiabilidade e interpretação dos resultados.

O segundo exercício investiga a existência de efeitos *spillover*, uma outra preocupação comum dos estudos de políticas direcionadas espacialmente. Na prática, busca-se verificar se os resultados do acesso ao crédito do FNE se estenderam para as áreas vizinhas não tratadas, o que violaria a chamada presunção do tratamento unitário estável e, com efeitos de repercussão positivo, levaria a estimativas tendenciosas do efeito de tratamento médio da política. A razão da preocupação é que os transbordamentos reduzem a diferença entre os *outcomes* nas regiões tratadas e não tratadas, desde que os transbordamentos mencionados atinjam, por exemplo, os municípios contíguos à fronteira de tratamento. Investiga-se essa questão ao se seguir um exercício semelhante ao proposto por Becker et al. (2010), excluindo-se os municípios não tratados e contíguos à fronteira de intervenção. Os novos resultados pouco se alteram em relação às estimativas principais, mantendo-se o mesmo sinal e, para maior parte dos indicadores, magnitude semelhante. Dessa forma, essas evidências sugerem que não parece ter ocorrido espraiamento dos efeitos para as áreas vizinhas não tratadas. Por outro lado, diferentemente do observado inicialmente, foi observado um efeito positivo do crédito sobre a taxa de informalidade com aumento na ordem de 4,2%.

O terceiro exercício verifica a sensibilidade dos resultados à mudança do ano de pré-tratamento, posto que que 82 municípios de Minas Gerais que faziam parte do Polígono das Secas ingressaram na área da Superintendência entre 1959, ano de sua criação, e 1974. Buscando controlar por um possível efeito contaminação advindo de alguma outra intervenção também de caráter territorial que essa porção de municípios estiveram sujeitos nesse período (a exemplos de benefícios fiscais e programas específicos de combate aos efeitos da seca), tomou-se 1970 como ano pré-tratamento ao invés de 1980. Quanto aos resultados, as novas estimativas para os indicadores de produto, renda e emprego pouco se alteraram em comparação aos resultados *baseline*, minimizando-se, assim, a preocupação inicial.

O quarto exercício inclui os municípios do Semiárido nas estimativas do impacto da política de crédito do FNE, expandindo-se a amostra de análise. De uma maneira geral, as estimativas para o PIB mostraram-se sensíveis à inserção dos municípios do Semiárido. Em particular, os resultados sugerem que a política teve impacto negativo sobre a produtividade do trabalho do setor agropecuário e de serviços. Em média, um aumento de 1% na disponibilidade de crédito do município leva a uma queda de 3,7% e 1,7% no PIB por trabalhador do setor agropecuário e de serviços, respectivamente. Também foram observados efeitos adversos para a renda por trabalhador do setor agropecuário dos municípios tratados, com uma redução na

¹⁹Por limitação de espaço, os resultados dos exercícios de robustez não são exibidos no texto. Entretanto, todas as tabelas e gráficos estão organizados em arquivo anexo podendo ser disponibilizado por e-mail.

ordem de 0,6%. Esses resultados levam a crer que as atividades financiadas nos municípios do Semiárido parecem ser ainda menos produtivas. Já para o emprego e a taxa de informalidade, os novos coeficientes se aproximam dos resultados *baseline*.

Por último, no quinto e sexto testes verifica-se a sensibilidade dos resultados à diferentes especificações dos polinômios geográficos e da *bandwidth* ótima²⁰. De acordo com Dell (2010), não há uma especificação polinomial ótima pré-determinada para as interações entre longitude e latitude no modelo *GRDD*. Por sua vez, Gelman & Imbens (2019) discutem as desvantagens de utilizar formas polinomiais maiores do que a segunda ordem. Seguindo este trabalho, optou-se por utilizar especificações quadráticas para a distância à fronteira, latitude e longitude. Seja quando alteradas as formas polinomiais ou as especificações da *bandwidth*, os resultados de interesse pouco variaram, o que reforça a interpretação das estimativas *baseline* discutidas na subseção 4.1.

4.3 Resultados adicionais para o FNE: variação espacial e temporal

Investiga-se aqui se, a partir do ano 1998, o relaxamento das restrições de crédito enfrentadas por parte dos produtores e empresas dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo, via o aumento da disponibilidade de empréstimos por meio do FNE, gerou efeitos positivos sobre a economia dos municípios onde os novos financiamentos foram contratados. A região de estudo desse novo exercício é ilustrada pela Figura 1. O grupo tratado compreende apenas os 72 municípios desses dois estados que ingressaram na região de abrangência da Sudene em 1998 (AMCs destacadas em azul). Já o grupo controle é formado pelos municípios vizinhos que nunca foram tratados pelo FNE e que estão a certa distância ótima em relação a fronteira de elegibilidade à política de crédito (linha verde).

Dadas as características do desenho de elegibilidade à política do FNE, essa parece ser a estratégia mais adequada para aferição dos efeitos dos financiamentos, pois ao combinar os modelos de Regressão Descontínua Geográfica com o de Diferenças em Diferenças, minimiza-se o viés de variável omitida que poderia afetar os resultados de interesse. Considera-se um painel de 3 anos para os anos censitários de 1980 (pré-tratamento), 2000 e 2010 (pós-tratamento). Os resultados dessa nova estratégia são apresentados nas Tabelas 5, 6 e 7, nas quais todas as especificações incluem efeitos fixos de município e de tempo, controles para condições ambientais (precipitação e temperatura), características da população, educação e a área dos municípios, condições de infraestrutura, além de variável de tendência linear, visto que cada município tem uma dinâmica econômica própria.

Os resultados sobre indicadores do produto são apresentados na Tabela 5. Nota-se que, assim como observado no exercício que mensura o efeito dos financiamentos apenas em 2010, as estimativas sugerem que nos locais com contratações do FNE não houve qualquer desempenho diferenciado, em termos do PIB *per capita* ou do produto por trabalhador (total ou setorial), em comparação aos municípios do grupo controle. Na sequência na Tabela 6, investigou-se a influência do FNE sobre o crescimento da renda dos municípios, mas os efeitos principais também foram nulos no período. Por último, na Tabela 7 as estimativas sugerem que o aumento da disponibilidade de crédito através do FNE também não parece ter influenciado os resultados so-

²⁰Para verificar a sensibilidade dos resultados em relação as alterações na *bandwidth*, dois exercícios foram executados no *software Stata*, através do pacote *rdwselect*: (1) calculou-se a *bandwidth* ótima a partir do método *mserd*, que especifica um seletor de *bandwidth* para o erro médio quadrático (MSE), que é comum ao dois lados da fronteira; e (2) em seguida, adotou-se o método *msetwo*, que computa um seletor da *bandwidth* ótima para cada lado da fronteira. Contudo, diferente da especificação principal (subseção 4.1), não se levou em conta os controles municipais. Nesse caso, usou-se apenas as coordenadas geográficas para determinar a menor distância até a linha de fronteira com maior precisão.

bre o mercado de trabalho tanto em termos de contratação, qualquer que seja o setor de análise, quanto em relação ao grau de informalidade.

Note-se que, dada a concentração do crédito do Fundo no setor agropecuário nas áreas de interesse, é possível que os recursos contratados tenham sido alocados em atividades pouco produtivas e com elevado grau de informalidade. Ou ainda, que os financiamentos destinados ao setor de serviços, que na média apresenta a maior participação no PIB dos municípios em torno da fronteira, sejam aplicados em pequenos comércios e em serviços de baixa complexidade também com considerável informalidade, muito comum em localidades mais afastadas dos grandes centros urbanos. As evidências apresentadas aqui corroboram as análises de Resende (2014) e Da Mata & Resende (2020), cujos autores não identificaram impactos significativos dos financiamentos do FNE sobre o crescimento do PIB *per capita* dos municípios.

Paralelamente, a ausência de efeito sobre o mercado de trabalho identificada nesse exercício com dados em painel estão em consonância com as evidências apresentadas por Becker et al. (2010), que também estudaram a relação política regional e a geração de emprego para o caso dos Fundos Estruturais da União Europeia. Entretanto, resguardadas as diferenças metodológicas e amostrais, existem estudos sobre a política de desenvolvimento regional do Brasil, no caso específico do FNE, que identificaram tanto efeitos positivos e significantes do crédito sobre o emprego formal no âmbito de firmas (Silva et al., 2006; Soares et al., 2009; Silva et al., 2009) quanto efeitos nulos (Silva & Silveira Neto, 2007; Oliveira & Silva, 2017). Por outro lado, diferente do executado neste estudo, esses autores analisaram apenas os efeitos dos financiamentos do FNE sobre a criação de vagas de trabalho no setor formal. Além disso, a estratégia empírica adotada por esses autores se baseou apenas na seleção em observáveis, que exige hipóteses de identificação mais fortes.

Tabela 5: Variação espacial e temporal juntas: Efeitos do acesso ao crédito sobre o produto

Variável dependente	PIB per capita	PIB por trabalhador			
		Total	Agropecuária	Indústria	Serviços
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Recursos FNE (log)	0.0285 (0.024)	0.0198 (0.028)	0.0403 (0.055)	-0.0109 (0.058)	-0.0031 (0.028)
N	638	477	474	409	489
R ²	0.90	0.92	0.85	0.95	0.87
Bandwidht controle (km)	108	106	107	91	107
Bandwidht tratado (km)	31	40	30	36	43
Controles	✓	✓	✓	✓	✓

Notas: Regressões para três anos (1980, 2000 e 2010). Controles: pop, tx_urb, razao_dep, area_amc, tx_analf, share_fund, share_med, share_sup, tx_agua, tx_energia. As variáveis são definidas na Tabela 1 e se referem ao ano 1980. A *bandwidth* ótima foi selecionada a partir do pacote *rdwselect* disponível para o *Stata* usando a opção (*msetwo*). Erros-padrão robustos do tipo *cluster* em nível de AMC entre parênteses. Nível de significância: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 6: Variação espacial e temporal juntas: Efeitos do acesso ao crédito sobre a renda

Variável dependente	Renda/ trabalhador				
	Renda per capita	Total			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Recursos FNE (log)	-0.0007 (0.014)	0.0092 (0.019)	0.0047 (0.032)	-0.0062 (0.027)	-0.0193 (0.030)
N	614	476	352	240	393
R ²	0.975	0.87	0.72	0.76	0.72
Bandwidht controle (km)	104	105	72	50	92
Bandwidht tratado (km)	34	50	43	40	26
Controles	✓	✓	✓	✓	✓

Notas: Regressões para três anos (1980, 2000 e 2010). Controles: pop, tx_urb, razao_dep, area_amc, tx_analf, share_fund, share_med, share_sup, tx_agua, tx_energia. As variáveis são definidas na Tabela 1 e se referem ao ano 1980. A *bandwidth* ótima foi selecionada a partir do pacote *rdwselect* disponível para o *Stata* usando a opção (*msetwo*). Erros-padrão robustos do tipo *cluster* em nível de AMC entre parênteses. Nível de significância: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 7: Variação espacial e temporal juntas: Efeitos do acesso ao crédito sobre o emprego

Variável dependente	Emprego				Taxa de Informalidade
	Total	Agropecuária	Indústria	Serviços	
	(1)	(2)	(3)	(4)	
Recursos FNE (log)	-0.0128 (0.021)	-0.0068 (0.035)	(0.068) 453	(0.019) 450	0.5997 (1.075)
N	406	438	0.924	0.971	400
R ²	0.935	0.88	105.42	102.35	0.92
Bandwidht controle (km)	95	101	105	102	93
Bandwidht tratado (km)	28	28	25	34	27
Controles	✓	✓	✓	✓	✓

Notas: Regressões para três anos (1980, 2000 e 2010). Controles: pop, tx_urb, razao_dep, area_amc, tx_analf, share_fund, share_med, share_sup, tx_agua, tx_energia. As variáveis são definidas na Tabela 1 e se referem ao ano 1980. A *bandwidth* ótima foi selecionada a partir do pacote *rdwselect* disponível para o *Stata* usando a opção (*msetwo*). Erros-padrão robustos do tipo *cluster* em nível de AMC entre parênteses. Nível de significância: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Fonte: Elaborada pelos autores.

Na sequência, com o objetivo de testar a confiabilidade dos resultados, seguiu-se com a execução de testes de robustez. O primeiro teste buscou avaliar a existência de efeitos antecipatórios da política ao executar um *event study*, que permite testar mais formalmente se os resultados estimados estão correlacionados com alguma tendência anterior dos *outcomes* não captada pela especificação principal (equação 3). Para isto, considerando o painel de três períodos, que leva em conta os anos censitários de 1980, 2000 e 2010, o modelo 3 passou a incluir duas variáveis *dummies*, na qual a primeira assume o valor unitário em 1980 (pré-tratamento), se o município elegível ao FNE recebeu financiamento a partir de 1998; a segunda, acende um em 2010 para os municípios tratados (pós-tratamento). Toma-se, portanto, o ano 2000 como referência. Os resultados estimados permitem concluir que, para todos os *outcomes* analisados, não há diferença estatisticamente significativa entre os municípios tratados e controles antes do início do tratamento, o que sugere que os municípios seguem uma tendência comum e aumenta a confiança nos resultados obtidos. Além do *event study*, também se verificou a sensibilidade dos resultados à variações na definição da *bandwidth* ótima e dos polinômios geográficos; se houve efeitos de transbordamento; e se os resultados eram específicos ao período de análise ao introduzir o ano 1970 expandindo o painel para 4 anos (1970, 1980, 2000 e 2010). Em todos esses testes ²¹, os efeitos principais se mantiveram, indicando que o efeito da política de crédito do FNE foi nulo sobre as unidades tratadas.

²¹Os resultados dos testes de robustez e gráficos de tendências estão disponíveis mediante solicitação por e-mail.

5 Considerações Finais

A partir de um desenho quasi-experimental, este estudo investiga o efeito de um dos principais instrumentos da Política de Desenvolvimento Regional no Brasil, que oferece crédito subsidiado ao setor produtivo através do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste - FNE. Formada por 1990 municípios, a área de atuação do Fundo engloba todos os 1.794 municípios do Nordeste do país; além de 196 municípios do Sudeste, sendo 168 do estado de Minas Gerais e 28 do Espírito Santo. A fronteira geográfica para a definição dos beneficiários da política é desenhada de acordo com critérios climáticos, de forma tal que os municípios não elegíveis, mas que são contíguos e são próximos a esta borda, possuem aspectos climáticos semelhantes em relação as localidades tratadas. Diante desta regra geográfica de elegibilidade ao FNE definida em 2007, foi possível avaliar, de maneira inédita, o efeito do acesso aos financiamentos com taxas subsidiadas sobre um conjunto de resultados dos municípios nas dimensões da produção, renda e emprego, lançando-se mão de um modelo de regressão com descontinuidade geográfica (GRDD).

Avaliados sob características observáveis dos municípios, os resultados principais para o ano 2010 sugerem que a política de crédito não afetou o PIB *per capita* nem o produto por trabalhador, seja o total ou os dos setores industrial e de serviços. Contudo, no mesmo ano, verificou-se um efeito negativo para o setor agropecuário. As estimativas também não indicam que houveram efeitos diferenciados do FNE sobre a renda *per capita*, tampouco sobre a renda do trabalho quando ponderada pelo total de ocupados. Por último, observou-se um efeito positivo sobre o emprego dos municípios beneficiados, tanto para a economia como um todo, com uma expansão no número de trabalhadores em torno de 3,5%, quanto para os setores agropecuário, industrial e de serviços, com efeitos na ordem de 5,4%, 2,8% e 3,5%, respectivamente. Todavia, o impacto sobre a taxa de informalidade foi nulo.

Ao se analisar a confiabilidade dos resultados, as estimativas não parecem ter sido fruto do deslocamento das atividades das áreas vizinhas, tampouco parece ter afetado as localidades que não foram tratadas por pouco; o que sugere que provavelmente não ocorreu *spillover effect* ou *displacement*. Além disso, os resultados principais se mostraram pouco sensíveis à modificações no período de pré-tratamento; minimizando, assim, a preocupação de que outras políticas federais também voltadas para a região de análise tenham afetado as variáveis de interesse. Os resultados também se mantiveram robustos à diferentes especificações dos polinômios geográficos e da *bandwidth* ótima na estimação do modelo de regressão descontínua. Por outro lado, os resultados para o produto por trabalhador, da agropecuária e de serviços, e a renda por trabalhador da agropecuária variaram com a introdução de municípios do Semiárido na análise; o que pode indicar que as atividades financiadas nestas localidades tinham produtividade ainda menor.

Ao levar em conta os diferentes anos de entrada dos municípios do Sudeste na região alvo, explorou-se, também de maneira inédita, a variação temporal decorrente da inserção de 72 novos municípios em 1998; o que demarcou, por sua vez, a elegibilidade ao crédito do FNE nessas localidades. A nova definição do limite institucional permite comparar, antes e depois de 1998, os novos entrantes que estão perto da fronteira com municípios desses dois estados que também estão próximos ao limite da área de intervenção, mas que nunca foram tratados pelo FNE. Esta nova configuração permitiu combinar a estratégia espacial, dado pelo RDD geográfico, com a abordagem de dados em painel, ao utilizar o modelo de Diferenças em Diferenças, tornando, dessa forma, a análise empírica mais robusta. Para tanto, com dados históricos do PIB e dos microdados dos censos demográficos, construiu-se um painel de municípios para os anos de 1970 a 2010.

Os resultados advindos da variação espacial e temporal combinadas sugerem que, no período avaliado, o FNE não influenciou os resultados econômicos dos municípios nas dimensões de produto, renda ou emprego. As novas estimativas principais se mostraram robustas a um conjunto de suposições que poderiam estar influenciando o efeito estimado, a exemplo da investigação da existência de efeitos antecipatórios, a partir de um *event study*, e de efeitos *spillover*, ou de modificações na especificação da *bandwidth* ótima do RDD Geográfico. De uma maneira geral, as evidências deste trabalho levantam questões sobre a efetividade da política de crédito do FNE sobre o crescimento econômico e a renda dos municípios. Além disso, sendo a produtividade um elemento chave para o crescimento econômico, com este objetivo, é preciso analisar quais condições diferenciadas utilizar ao conceder os financiamentos; quais instrumentos podem ser combinados com o crédito, como o fornecimento de suporte gerencial, por exemplo; ou mesmo, quais atividades se deve apoiar.

Por outro lado, os resultados deste estudo se aplicam a uma área muito específica, próximo ao limite da fronteira de intervenção do FNE. Adicionalmente, dada a concentração das contratações no setor primário, é possível que os recursos tenham financiado atividades pouco produtivas, com baixa remuneração e elevado grau de informalidade. Dessa forma, para uma melhor compreensão dos efeitos da política, em extensões futuras desse trabalho vislumbra-se analisar grupos específicos, como os indivíduos em situação de pobreza, a fim de verificar se houve algum impacto sobre os seus rendimentos; assim como, explorar esse desenho de avaliação do FNE no nível micro, ao utilizar dados dos financiamentos destinados às firmas.

Bibliografia

- Almeida, M. F., Silva, A. M. A. d., and Resende, G. M. (2006). Uma análise dos fundos constitucionais de financiamento do nordeste (fne), norte (fno) e centro-oeste (fco).
- Becker, S. O., Egger, P. H., and Von Ehrlich, M. (2010). Going nuts: The effect of eu structural funds on regional performance. *Journal of Public Economics*, 94(9-10):578–590.
- Becker, S. O., Egger, P. H., and Von Ehrlich, M. (2012). Too much of a good thing? on the growth effects of the eu's regional policy. *European Economic Review*, 56(4):648–668.
- Becker, S. O., Egger, P. H., and von Ehrlich, M. (2017). Effects of eu regional policy: 1989-2013. *Regional Science and Urban Economics*.
- Bernini, C. and Pellegrini, G. (2011). How are growth and productivity in private firms affected by public subsidy? evidence from a regional policy. *Regional Science and Urban Economics*, 41(3):253–265.
- Bertrand, M., Duflo, E., and Mullainathan, S. (2004). How much should we trust differences-in-differences estimates? *The Quarterly journal of economics*, 119(1):249–275.
- Blundell, R. and Dias, M. C. (2009). Alternative approaches to evaluation in empirical microeconomics. *Journal of Human Resources*, 44(3):565–640.
- Calonico, S., Cattaneo, M. D., and Titiunik, R. (2014). Robust nonparametric confidence intervals for regression-discontinuity designs. *Econometrica*, 82(6):2295–2326.
- Cerqua, A. and Pellegrini, G. (2014). Do subsidies to private capital boost firms' growth? a multiple regression discontinuity design approach. *Journal of Public Economics*, 109:114–126.

- Cravo, T. A., Resende, G. M., and Carvalho, A. (2014). The impact of brazilian regional development funds on regional economic growth: A spatial panel approach. In *54th ERSA Congress*, pages 26–29.
- Da Mata, D. and Resende, G. (2020). Changing the climate for banking: the economic effects of credit in a climate-vulnerable area. *Journal of Development Economics*, 146:102459.
- Dall’Erba, S. and Le Gallo, J. (2008). Regional convergence and the impact of european structural funds over 1989–1999: A spatial econometric analysis. *Papers in Regional Science*, 87(2):219–244.
- Dell, M. (2010). The persistent effects of peru’s mining mita. *Econometrica*, 78(6):1863–1903.
- Dell, M., Lane, N., and Querubin, P. (2015). State capacity, local governance, and economic development in vietnam. *NBER Working Paper*, pages 1–40.
- Galeano, E. V. and Feijó, C. (2012). Crédito e crescimento econômico: evidências a partir de um painel de dados regionais para a economia brasileira nos anos 2000. *Revista econômica do Nordeste*, 43(2):201–220.
- Gelman, A. and Imbens, G. (2019). Why high-order polynomials should not be used in regression discontinuity designs. *Journal of Business & Economic Statistics*, 37(3):447–456.
- Giua, M. (2017). Spatial discontinuity for the impact assessment of the eu regional policy: The case of italian objective 1 regions. *Journal of Regional Science*, 57(1):109–131.
- Gonçalves, M. F. (2017). *Avaliação dos impactos do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE) uma abordagem de Equilíbrio Geral*. PhD thesis, Universidade Federal de Viçosa, Curso de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Viçosa.
- Irrf, Guilherme, A. J. d. S. and Bastos, F. D. S. (2016). Efeitos heterogêneos do fundo constitucional de financiamento do nordeste na região do semiárido. In *XXII Fórum Banco do Nordeste de Desenvolvimento E XXI Encontro Regional De Economia*. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pósgraduação em Economia [Brazilian Association of Graduate Programs in Economics].
- Keele, L. J. and Titiunik, R. (2015). Geographic boundaries as regression discontinuities. *Political Analysis*, 23(1):127–155.
- Kline, P. and Moretti, E. (2014). People, places, and public policy: Some simple welfare economics of local economic development programs. *Annu. Rev. Econ.*, 6(1):629–662.
- Lessmann, C. and Seidel, A. (2017). Regional inequality, convergence, and its determinants—a view from outer space. *European Economic Review*, 92:110–132.
- Macedo, F. C. (2017). Diagnóstico do fundo constitucional de financiamento do nordeste (fne).
- Macedo, F. C. and Mattos, E. N. (2008). O papel dos fundos constitucionais de financiamento no desenvolvimento regional brasileiro. *Ensaio fee*, 29(2):355–384.
- Nascimento, T. O. and Haddad, E. A. (2017). Fundo constitucional de financiamento do nordeste: Uma aplicação de equilíbrio geral computável. In *Anais do XLV Encontro Nacional de Economia*. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pósgraduação em Economia [Brazilian Association of Graduate Programs in Economics].

- Oliveira, G. R.; Resende, G. M. G. C. N. and Silva, D. F. (2017). Efeito não lineares dos fundos constitucionais de financiamento entre 2000 e 2012. In *Anais do XLV Encontro Nacional de Economia*. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pósgraduação em Economia [Brazilian Association of Graduate Programs in Economics].
- Oliveira, G. R., De Menezes, R. T., and Resende, G. M. (2015). Efeito dose resposta do fundo constitucional de financiamento do centro-oeste (fco) do estado de goiás. Technical report, Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).
- Pellegrini, G. and Muccigrosso, T. (2017). Do subsidized new firms survive longer? evidence from a counterfactual approach. *Regional Studies*, 51(10):1483–1493.
- Pellegrini, G., Terribile, F., Tarola, O., Muccigrosso, T., and Busillo, F. (2013). Measuring the effects of european regional policy on economic growth: A regression discontinuity approach. *Papers in Regional Science*, 92(1):217–233.
- Resende, G. M. (2012). Micro e macroimpactos de políticas de desenvolvimento regional: O caso dos empréstimos do fne-industrial no estado de ceará. Technical report, Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).
- Resende, G. M. (2014). Measuring micro-and macro-impacts of regional development policies: The case of the northeast regional fund (fne) industrial loans in brazil, 2000-2006. *Regional studies*.
- Resende, G. M., da Silva, D. F. C., and da Silva Filho, L. A. (2017). Avaliação econômica do fundo constitucional de financiamento do nordeste (fne): uma análise espacial por tipologia da pndr entre 1999 e 2011. *Revista Econômica do Nordeste*, 48(1):9–29.
- Shankar, R. and Shah, A. (2003). Bridging the economic divide within countries: A score-card on the performance of regional policies in reducing regional income disparities. *World development*, 31(8):1421–1441.
- Silva, A. M. A. d., Resende, G. M., Neto, S., and da Mota, R. (2009). Eficácia do gasto público: uma avaliação do fne, fno e fco. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, 39(1):89–125.
- Silva, A. M. A. d., Resende, G. M., and Silveira Neto, R. d. M. (2006). Avaliação econômica dos fundos constitucionais de financiamento do nordeste (fne) e do norte (fno).
- Silva, Alexandre Manoel Angelo; Resende, G. M. and Silveira Neto, R. M. (2007). Uma avaliação da eficácia do fne, no período 1995-2000. *Análise econômica*, 25(48).
- Soares, R., Sousa, J., and PEREIRA NETO, A. (2009). Avaliação de impactos do fne no emprego, na massa salarial e no salário médio em empreendimentos financiados. *Revista econômica do Nordeste*, 40(1):217–234.
- Soares, R. B., Linhares, F. C., Gonçalves, M. F., and Viana, L. F. G. (2014). Fondo constitucional de financiamento del nordeste del brasil: efectos diferenciados sobre el crecimiento económico de los municipios. *Revista CEPAL*.