

DETERMINANTES DA EFICIÊNCIA DA APLICAÇÃO DOS RECURSOS DO FNE PELOS MUNICÍPIOS BENEFICIADOS

Diego Carneiro

Doutor em Economia e bolsista do Projeto Inova Talentos do IEL/CNPq em parceria com o Eten/BNB.

Correio Eletrônico: dr.carn@gmail.com

Fortaleza (CE), 22/08/2018

RESUMO

Esse artigo tem como objetivo avaliar a eficiência dos municípios nordestinos em transformar os recursos tomados junto ao FNE em crescimento econômico. Para tanto, foram utilizadas, paralelamente, a Abordagem de Fronteira Estocástica e a Análise Envoltória dos Dados, conjugadas com uma estimação em dois estágios para explicitar os determinantes dessa eficiência. A combinação dos métodos dá mais robustez ao resultado, por permitir maior flexibilidade quanto às hipóteses assumidas. As estimativas revelaram que existe uma concentração de municípios altamente eficientes na região conhecida como MATOPIBA, e isso parece estar ligado à adoção de agricultura extensiva voltada para a exportação. Constatou-se, ainda, um efeito positivo relativo à proporção de trabalhadores com nível superior sobre a eficiência técnica. Assim, acredita-se que a criação de produtos que facilitem a inserção internacional dos produtores, bem como a acumulação de capital humano tenderiam a elevar o impacto da política.

Palavras-chave: FNE; Eficiência; Fronteira Estocástica; DEA.

ABSTRACT

This article aims to evaluate the efficiency of Northeastern municipalities in transforming the resources taken from the FNE in economic growth. In order to do so, the Stochastic Border Approach and Data Envelopment Analysis were used in conjunction with a two-stage estimation to explain the determinants of this efficiency. The combination of the methods of the most robustness to the result by allowing a greater flexibility in the assumed hypotheses. Estimates have shown that there is a concentration of highly efficient municipalities in the region known as MATOPIBA, and this seems to be linked to the adoption of extensive, export-oriented agriculture. There was also a positive effect regarding the proportion of workers with higher level over technical efficiency. Thus, it is believed that the creation of products that facilitate the international insertion of producers as well as the accumulation of human capital would tend to increase the impact of the policy.

Keywords: FNE, Efficiency, Stochastic Frontier, DEA.

1 INTRODUÇÃO

O Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste – FNE é um dos principais instrumentos de política de desenvolvimento regional no Brasil, e atua financiando em condições diferenciadas o investimento produtivo na zona de atuação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE. Está previsto na Constituição Federal de 1988, sendo composto por parte da arrecadação dos impostos sobre a renda e sobre a produção industrial, além dos juros recebidos em função dos valores emprestados. O FNE tem como objetivo central contribuir para o desenvolvimento do Nordeste, colaborando para a redução das desigualdades intrarregionais.

Desde sua criação, o Fundo vem crescendo e ganhando cada vez mais importância econômica no financiamento empresarial na Região. A alocação desses recursos obedece, além dos ditames legais, as diretrizes estabelecidas no Plano Nacional de Desenvolvimento Regional – PNDR, devendo ser prioritariamente direcionados para micro e pequenas empresas e produtores rurais, assim como empreendimentos geradores de externalidades positivas. Adicionalmente, metade dos recursos devem, necessariamente, ser aplicados em empreendimentos localizados na zona do Semiárido legal. Toda a gestão e execução do Fundo é realizada pelo Banco do Nordeste.

Em função de sua relevância, o FNE tem sido constantemente avaliado. Nesse sentido, diversos estudos buscaram mensurar os impactos da política sobre a geração de emprego e sobre o crescimento dos municípios avaliados. Inclusive no BNB, tem sido realizada uma série de avaliações próprias, divulgadas periodicamente. Vale mencionar que, Resende et al. (2014), consolidando uma cooperação entre o IPEA e o Ministério da Integração Nacional¹, propuseram avaliações sistemáticas dos programas que compõem a PNDR, em que seriam realizados anualmente, estudos envolvendo aspectos de eficácia, eficiência e efetividade dos Fundos Constitucionais de Financiamento (FCFs).

Contudo, apesar da literatura empírica sobre os impactos dos FCFs ter evoluído consideravelmente desde então, os trabalhos têm se concentrado em avaliar as dimensões da eficácia e da efetividade dessa política, sendo poucos os trabalhos que tratam de sua eficiência. No caso específico do FNE, apenas o trabalho de Carneiro (2018) buscou medir diretamente a eficiência dos municípios, utilizando o método de Fronteira Estocástica.

Na mesma linha seguida por Carneiro (2018), o presente estudo também tem como objetivo avaliar a eficiência dos municípios nordestinos em transformar os recursos tomados

¹ Acordo de Cooperação Técnica nº 19/2013 e Termo de Descentralização de Créditos nº 31/2013.

junto ao FNE em crescimento econômico, mas por meio de duas metodologias distintas. Assim, além da abordagem de Fronteira Estocástica, empregou-se o método de Análise Envoltória dos Dados, que por ser não paramétrica, relaxa as suposições acerca da forma funcional da função de produção e da distribuição da ineficiência. Para contornar o problema da presença de *outliers*, crítica comum a esse tipo de modelo, utilizou-se a abordagem de fronteira parcial com estimador alfa. Adicionalmente, visando explicitar os determinantes da eficiência dos municípios, realizou-se uma estimação em dois estágios.

O trabalho está dividido em mais quatro seções além desta introdução. Na seção dois, é feita uma rápida revisão da literatura sobre a avaliação do FNE, situando a análise de eficiência. A terceira seção, por sua vez, traz a descrição do método de fronteira estocástica, do estimador de ordem alfa e da base de dados utilizada. Na seção quatro, são discutidos os resultados obtidos e as consequências em termos de políticas públicas. Por fim, na seção cinco são tecidas as considerações finais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Os FCFs foram criados com a Constituição Federal de 1988 e regulamentados pela Lei nº 7.827, de 1989. Têm como objetivo contribuir para o desenvolvimento econômico e social das regiões de sua atuação, mediante a execução de programas de financiamento dos setores produtivos, em consonância com o Plano de Desenvolvimento Regional². Os FCFs são constituídos por 3% da arrecadação com o Imposto de Renda e o Imposto sobre Produtos Industrializados. Desses recursos, 60% são destinados ao FNE e 20% para o FCO e o FNO. Adicionalmente às transferências federais, os Fundos obtêm o retorno dos financiamentos com juros e amortizações, assim como uma remuneração sobre o montante não emprestado, equivalente à taxa de juros do Sistema Especializado de Liquidação e Custódia – SELIC.

A aplicação dos recursos atende a algumas diretrizes gerais, como a prioridade às atividades de pequenos produtores rurais e pequenas e microempresas, assim como atividades geradoras de externalidades positivas (ambientais, tecnológicas, capital humano etc). As condições para a concessão devem considerar prazos, limites de financiamento e encargos diferenciados, em função dos aspectos sociais, econômicos, tecnológicos e espaciais dos empreendimentos, assim como prestar assistência técnica, no caso de setores tecnologicamente carentes. Seguindo a classificação do PNDR, os empréstimos devem priorizar microrregiões de baixa renda, estagnadas e dinâmicas, além de microrregiões de alta renda em macrorregiões

² Apesar da previsão legal, o Plano Nacional de Desenvolvimento Regional – PNDR, só foi institucionalizado em 2007, congregando vários instrumentos visando à redução das desigualdades regionais.

menos desenvolvidas, sendo que no caso do FNE, pelo menos 50% do total, deve ser direcionado para a região do Semiárido.

Vários trabalhos empíricos têm se proposto a avaliar os efeitos do FNE sobre a economia nordestina. Carneiro e Cambota (2018) realizaram um levantamento detalhado dessa literatura, dividindo os trabalhos entre aqueles que investigam micro e macro impactos da política. O primeiro grupo busca captar o impacto dos empréstimos sobre as empresas beneficiadas (SILVA, RESENDE e SILVEIRA, 2007; SOARES, SOUSA e PEREIRA NETO, 2009; GONDIM, SOUSA e PIRES, 2011; RESENDE, 2012; RESENDE, 2014a; OLIVEIRA et al., 2017), enquanto o segundo avalia escalas geográficas mais agregadas, como municípios, micro e mesorregiões (ALMEIDA JÚNIOR, RESENDE e SILVA, 2007; LINHARES et. al, 2014; RESENDE, 2014b; RESENDE e SILVA FILHO, 2014; CRAVO, RESENDE e CARVALHO, 2014; IRFFI, ARAÚJO e BASTOS, 2016; RESENDE, SILVA e SILVA FILHO, 2017; VIANA e CAMBOTA, 2017).

De forma geral, os trabalhos encontraram efeitos positivos do FNE sobre o crescimento do emprego e massa salarial, sendo estes crescentes no tempo e superiores para as micro e pequenas empresas. No nível agregado, foram identificados efeitos positivos do Fundo sobre o crescimento do produto *per capita* dos municípios com empresas beneficiadas. Em termos setoriais, notou-se que o desempenho do FNE está fortemente relacionado à agricultura, sendo menos intenso nos setores urbanos como indústria, comércio e serviços.

Nota-se que a grande maioria dos estudos concentrou-se em avaliar os aspectos da eficácia (geração de empregos) e efetividade (crescimento do produto), sendo escassos os trabalhos que tratam de eficiência produtiva. Em uma primeira iniciativa para abordar esse aspecto, Soares et al. (2014) calcularam um indicador associado à geração de empregos, mostrando que o crescimento dessa variável foi superior ao esperado, em função do valor recebido como subsídio, o que, conforme os autores, sugere a eficiência no uso dos recursos.

Mais recentemente, Carneiro (2018) estimou uma medida de eficiência para os municípios beneficiados, por meio do método de fronteira estocástica, tomando como insumo o valor recebido de FNE e como produto o crescimento médio do PIB *per capita*. O autor conclui que existe uma margem significativa para o aprimoramento do uso dos recursos do FNE, calculando o ganho potencial da ordem de 7,6 bilhões em termos de produto no período analisado.

Na esteira dessa discussão, o presente trabalho se propõe a estender a abordagem de Carneiro (2018) ao estimar, por duas metodologias distintas, a eficiência dos municípios nordestinos em transformar o FNE em crescimento econômico, identificando os fatores

determinantes desse nível de eficiência. A combinação do Método de Fronteira Estocástica (SFA), paramétrico, e a Análise Envoltória dos Dados (DEA), não paramétrico, tem como vantagem fornecer maior robustez aos resultados por flexibilizar as hipóteses demandadas por cada método isoladamente.

3 METODOLOGIA

O conceito de eficiência remete diretamente à relação produtiva entre a quantidade de insumos utilizados e a quantidade de produtos obtidos. Assim, os produtores mais eficientes seriam aqueles capazes de produzir o máximo possível a partir de determinada quantidade de insumo, ou ainda, produzir uma dada quantidade de produto poupando, ao máximo, os insumos disponíveis (eficiência técnica). Por outro lado, existe o componente alocativo da eficiência, que consiste na combinação ótima de insumos, dados seus preços, de modo a minimizar o custo de produção. Segundo Farrell (1957), a combinação desses dois conceitos constitui a eficiência econômica.

Os métodos utilizados para mensurar a eficiência técnica seguem duas abordagens principais: métodos paramétricos e não paramétricos. Os métodos paramétricos usam de procedimentos econométricos para estimar os parâmetros de uma fronteira de produção determinística, e então decompõem o termo de erro em um componente aleatório e na ineficiência técnica. Já os métodos não paramétricos baseiam-se na resolução de um problema de programação linear para calcular uma fronteira de produção eficiente, assumindo como medida de eficiência a distância de cada unidade em relação a essa fronteira.

Não existe consenso na literatura quanto a qual dos métodos é mais eficiente, sendo que ambos detêm vantagens e desvantagens. O método paramétrico apresenta como principal vantagem a possibilidade de isolar os ruídos estatísticos da ineficiência técnica, mas para tanto necessita de suposições quanto à sua distribuição e quanto ao formato da função de produção. Por outro lado, os métodos não paramétricos, apesar de dispensarem essas hipóteses, atribuem a totalidade da distância com relação à fronteira exclusivamente ao nível de eficiência, o que os tornam sensíveis à presença de *outliers*. Evoluções recentes nos métodos permitem contornar, em parte, as principais desvantagens de cada abordagem. Mas ainda existe grande complementariedade no uso combinado das duas metodologias.

Dessa forma, no presente estudo utilizam-se concomitantemente as abordagens paramétrica (Método de Fronteira Estocástica – SFA) e não paramétrica (Análises Envoltória dos Dados – DEA), para estimar a eficiência técnica dos municípios na conversão do FNE em crescimento econômico. A descrição detalhada de cada uma das abordagens se encontra

disponível nas próximas seções. Para possibilitar a identificação dos efeitos das características dos municípios sobre o seu nível de eficiência, será adotada ainda a abordagem em dois estágios.

3.1 Método de Fronteira Estocástica

Supondo um mundo sem erros ou ineficiência, cada unidade produtora i poderia produzir, a partir do conjunto de insumos z_i , a quantidade de produto $q_{it} = f(z_{it}, \beta)$, em que $f(\cdot)$ representa a função de produção. A partir dessa definição, a abordagem de fronteira estocástica assume que as firmas que produzem menos do que a quantidade ótima, o fazem pela presença de diferentes níveis de eficiência. Adicionalmente, a quantidade produzida também está sujeita a choques tecnológicos. Assim, o volume de produto pode ser descrito como:

$$q_{it} = f(z_{it}, \beta)\xi_{it}\exp(v_{it}) \quad [1]$$

Onde v_i é o distúrbio aleatório e ξ_{it} é o nível de eficiência da firma i , tal que $\xi_{it} \in (0,1]$. Se $\xi_i = 1$, a firma atinge o nível ótimo de produção, dada a tecnologia de produção $f(z_{it}, \beta)$, já quando $\xi_{it} < 1$, a firma produz menos do que o potencial inerente à fronteira tecnológica, configurando assim a ineficiência. Assumindo que a função é linear em logs, é possível reescrever a Equação 1 como:

$$\ln(q_{it}) = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln(z_{jit}) + v_{it} - u_{it} \quad [2]$$

Em que k é a quantidade de insumos e $u_{it} = -\ln(\xi_{it})$, com $u_{it} \geq 0$. Para obter o escore eficiência técnica, basta tomar $\lambda_i = E\{\exp(-u_i) | \epsilon_i\}$.

Adicionalmente, para identificar os fatores externos que afetam o nível de eficiência, a função de produção pode ser reescrita de modo que a ineficiência dos municípios seja uma função de um conjunto de variáveis explicativas w :

$$\ln(q_{it}) = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln(z_{jit}) + v_{it} - u_{it} \quad [3]$$

$$u_{it} = \delta w_{it}$$

Assim, é possível estimar os parâmetros da Equação 3 pelo método máxima verossimilhança, assumindo-se que v_{it} segue uma distribuição normal com média zero e variância constante e u_{it} segue uma half-normal positiva, também com média zero e variância constante.

3.2 Análise Envoltória dos Dados

O método DEA consiste na resolução de um problema de programação linear para delimitar uma fronteira eficiente a partir do envelopamento dos dados, e em seguida calcula a distância de cada unidade com relação a essa fronteira de eficiência. Para tanto, o método assume a convexidade da tecnologia de produção, remetendo aos conceitos econômicos de retornos de escala. Em uma versão menos restritiva do DEA, o estimador FDH³, permite o descarte não oneroso dos insumos e, portanto, flexibiliza o formato da fronteira de eficiência.

Como mencionado, a principal crítica à utilização dos métodos DEA/FDH refere-se ao caráter determinístico da medida de eficiência, que desconsidera a presença de choques aleatórios que podem afetar a relação insumo-produto, tornando-a sensível à presença de casos discrepantes. Visando endereçar essa crítica, foram criadas versões robustas do DEA, baseadas em técnicas de reamostragem e eliminação de *outliers*.

Nesse sentido, Daraio e Simar (2005) mostraram que, em termos probabilísticos, o processo de produção pode ser descrito pela variável aleatória bidimensional $(X, Y) \in \mathbb{R}_+^p \times \mathbb{R}_+^q$, em que X representa a quantidade de insumo e Y a de produto. Assim, seu comportamento é caracterizado pela seguinte função de probabilidade conjunta:

$$H_{XY}(x, y) = P(X \leq x, Y \geq y) = P(Y \geq y | X \leq x) P(X \leq x) = S_{Y|X}(y|x)F_X(x) \quad [4]$$

Onde $S_{Y|X}(y|x)$ denota a função de sobrevivência condicional de Y e $F_X(x)$ a função de distribuição acumulada de X, que assume-se existir, ou seja, $F_X(x) > 0$.

Assim, o escore de eficiência FDH, orientado ao produto, pode ser descrito como:

$$\hat{\lambda}_n(x, y) = \sup\{\lambda | \hat{S}_{Y|X,n}(\lambda y|x) > 0\} \quad [5]$$

E, empiricamente, a função de sobrevivência pode ser obtida tomando:

$$\hat{S}_{Y|X,n}(y|x) = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I(x_i \leq x, y_i \geq y)}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I(x_i \leq x, y_i \geq 0)} \quad [6]$$

Onde $I(\cdot)$ é uma função indicativa.

Estimador de Ordem Alfa

Os estimadores de ordem alfa foram propostos por Daraio e Simar (2005), e sua ideia central é determinar a fronteira, fixando primeiro a probabilidade $(1 - \alpha)$ de observar pontos

³ Free Disposal Hull

acima desta fronteira de ordem α . O significado econômico para tanto é que, para cada firma no conjunto de comparação, existe uma fronteira quantílica que passa através dela, na qual ela é eficiente. Assim, se o quantil no qual a firma é eficiente é α , significa que existem $(1 - \alpha)$ firmas no conjunto de comparação que são mais eficientes que ela, ou seja, que produzem pelo menos a mesma quantidade de produto, usando os mesmos insumos. Dessa forma, é possível generalizar o escore de eficiência tomando:

$$\hat{\lambda}_{\alpha,n}(x, y) = \sup\{\lambda | \hat{S}_{Y|X,n}(\lambda y | x) > 1 - \alpha\} \quad [7]$$

Daraio e Simar (2007) mostram que $\hat{\lambda}_{\alpha,n}(x, y)$ é consistente e assintoticamente normalmente distribuído, convergindo para o estimador FDH quando $\alpha \rightarrow 1$. Além disso, por incorporarem o conceito de fronteira parcial, esses estimadores são menos sensíveis à presença de *outliers*.

Modelo Tobit

Uma vez calculados os escores de eficiência pelo método DEA, é possível inferir quanto aos seus determinantes, tomando o seu resultado em um segundo estágio como variável dependente. Porém, como o indicador de eficiência deve ser limitado superiormente em um, e nessas condições, o modelo-padrão de mínimos quadrados não fornece estimativas confiáveis, torna-se mais adequado o uso do modelo Tobit.

3.3 Base de Dados

Para atingir os objetivos propostos, faz-se necessário um levantamento de dados referentes a diversos aspectos que orbitam os resultados pretendidos pelo FNE. De maneira análoga a Oliveira (2016) e Carneiro (2018), optou-se por utilizar como produto o crescimento médio do PIB *per capita* entre 2010 e 2015 e o total das contratações do FNE como insumo. Adicionalmente, para captar as condições iniciais de cada município, inseriu-se também como insumo o PIB *per capita* no ano de 2010. As informações são oriundas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e da base de dados do Banco do Nordeste.

Adicionalmente, como determinantes da eficiência, foram utilizadas as informações do Atlas do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD referentes à distribuição dos trabalhadores entre os setores econômicos, seu grau de formalização e qualificação. Espera-se que o diferencial de produtividade das atividades explique, em parte, o diferencial de eficiência dos municípios no uso do FNE.

Da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), foram obtidas informações referentes ao número de estabelecimentos e vínculos formais, permitindo calcular a distribuição e o tamanho médio dos estabelecimentos. Espera-se, com isso, captar a possibilidade de ganhos de escala das empresas que repercutiriam sobre o grau de eficiência técnica. Da base da Secretaria do Tesouro Nacional (STN), utilizaram-se as informações referentes ao valor investido pela prefeitura como proporção do produto total. Do IBGE, obtiveram-se densidade demográfica, distância da capital e se o município pertencia ao Semiárido. Essas questões remetem à infraestrutura produtiva e às características do mercado consumidor, assim como a eventuais ganhos ou perdas obtidos com sua concentração. Um resumo das variáveis utilizadas é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição das variáveis utilizadas no modelo

Insumo	PIB <i>per capita</i> no ano de 2010
	FNE/PIB de 2010
Produto	Crescimento médio do PIB <i>per capita</i> entre 2010 e 2015
Determinantes da Eficiência	Densidade demográfica
	Distância da capital
	Vínculos/Empresa
	% Trab. nível superior
	% Trab. sem carteira assinada
	% Trab. agricultura/extratativismo
	% Trab. indústria
	% Trab. setor público
	Investimento Prefeitura/PIB
	Semiárido

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 RESULTADOS

4.1 Cálculo dos Escores de Eficiência

Na Tabela 1, apresentam-se os resultados da estimação da função de produção para a abordagem de Fronteira Estocástica. Assim como observado por Carneiro (2018) e, de forma geral, pela literatura que avalia a efetividade do FNE, o total de contratações parece afetar positivamente a taxa de crescimento do produto municipal. *Coeteris paribus*, uma elevação de 10% nas contratações do FNE elevam a taxa média de crescimento do PIB *per capita* em 0,56%. As estimativas revelam ainda que aqueles municípios de maior produto médio em 2010 apresentaram menor taxa de crescimento, corroborando a hipótese de convergência entre os municípios.

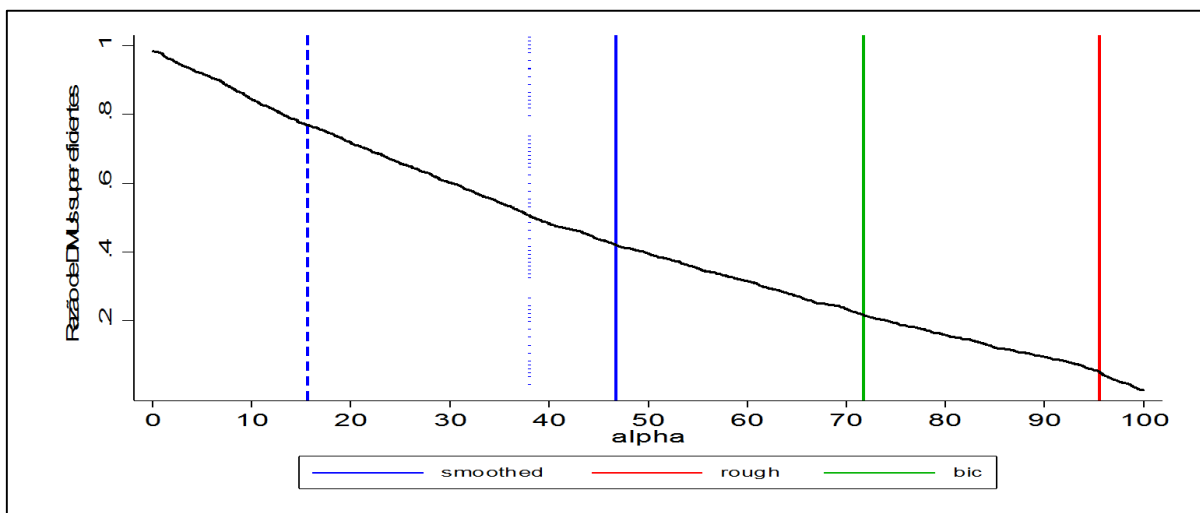
Tabela 1 – Resultados da estimação da função de produção da abordagem SFA

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Estat. t	p-valor
Ln(PIB per capita 2010)	-0,0279	0,0019	-14,5600	0,0000
FNE/PIB 2010	0,0556	0,0097	5,7400	0,0000
Constante	0,2832	0,0170	16,6300	0,0000
sigma_v	0,0358	0,0006		

Fonte: Resultados da pesquisa.

Por outro lado, para proceder com a abordagem não paramétrica, inicialmente se faz necessário definir o valor do parâmetro de afinação alfa. Para contornar a discricionariedade nessa escolha, seguiu-se o procedimento proposto por Daraio e Simar (2007), que consiste em calcular a fronteira para diferentes valores de alfa, observando a proporção de unidades supereficientes (*outliers*) em busca de descontinuidades. O resultado desse procedimento pode ser visualizado no Gráfico 1, onde as linhas verticais sinalizam diferentes critérios de descontinuidade propostos pelo autor. Optou-se pelo valor de alfa igual a 95,6, que apresentou a menor proporção de unidades acima da fronteira (5,26%).

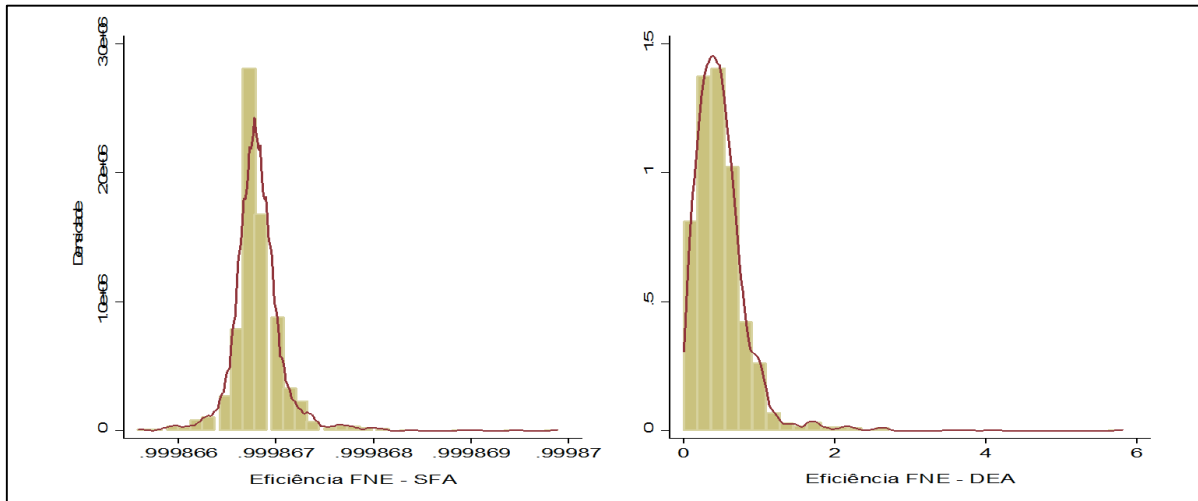
Gráfico 1 – Critérios para a definição de alfa



Fonte: Resultados da pesquisa.

O Gráfico 2 apresenta a distribuição dos escores de eficiência calculados pelos dois métodos propostos. Nota-se que, no caso do modelo SFA, os escores praticamente colapsaram sobre a unidade, indicando que a distância da maioria das unidades para a fronteira é reduzida. Contudo, essa medida deve ser relativizada em função da natureza do método, que trata a ineficiência como um ruído estatístico, tornando a interpretação pontual dos valores dos escores pouco informativa, sendo portanto mais interessante tratar do ordenamento dos municípios.

Gráfico 2 – Distribuição da eficiência dos municípios



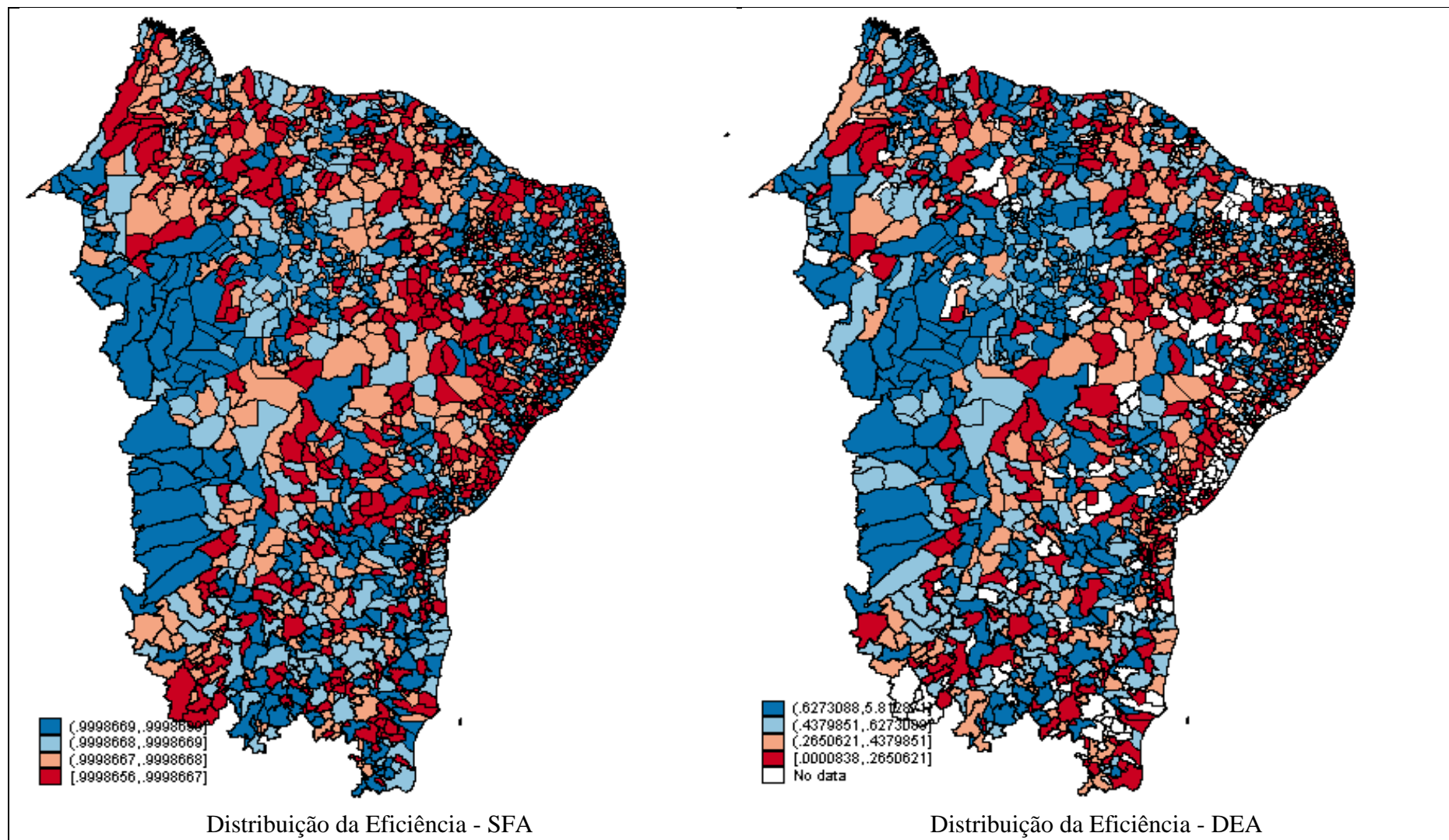
Fonte: Resultados da pesquisa.

Por outro lado, os escores obtidos a partir do método DEA apresentaram amplitude significativamente maior, indicando a maior presença de municípios pouco eficientes. Contudo, semelhanças podem ser notadas no formato da cauda esquerda das duas distribuições. A diferença observada entre os dois métodos já foi reportada na literatura, podendo, em parte, ser atribuída ao fato do método não paramétrico desconsiderar a presença de choques aleatórios. Desse modo, espera-se obter aqui apenas a consistência na distribuição dos indicadores entre os municípios e, conseqüentemente, na análise dos determinantes.

Nesse sentido, a Figura 1 mostra os mapas de eficiência obtidos pelos métodos SFA e DEA. Nota-se que, em termos gerais, existem intercessões entre os dois, que apontam uma forte aglomeração de municípios eficientes na região composta pelo sudoeste do estado do Piauí, sul do Maranhão e oeste da Bahia. Essa região, juntamente com o estado de Tocantins, recebe a denominação de MATOPIBA e vem se destacando como nova fronteira agrícola no Brasil. Caracteriza-se pelo predomínio do bioma cerrado e o desenvolvimento da agricultura extensiva com foco na produção de *commodities* voltada para exportação.

Na direção oposta, os municípios localizados no norte do Maranhão e nos sertões dos estados de Alagoas, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte destacam-se por sua baixa eficiência no uso do FNE. Essa região constitui grande parte do Semiárido nordestino, contrastando significativamente com a região litorânea dos respectivos estados, onde está localizada a maioria das capitais. Ainda na zona semiárida, mas com níveis maiores de eficiência, localizam-se a região central da Bahia e o norte de Minas Gerais.

Figura 1 – Distribuição espacial da Eficiência



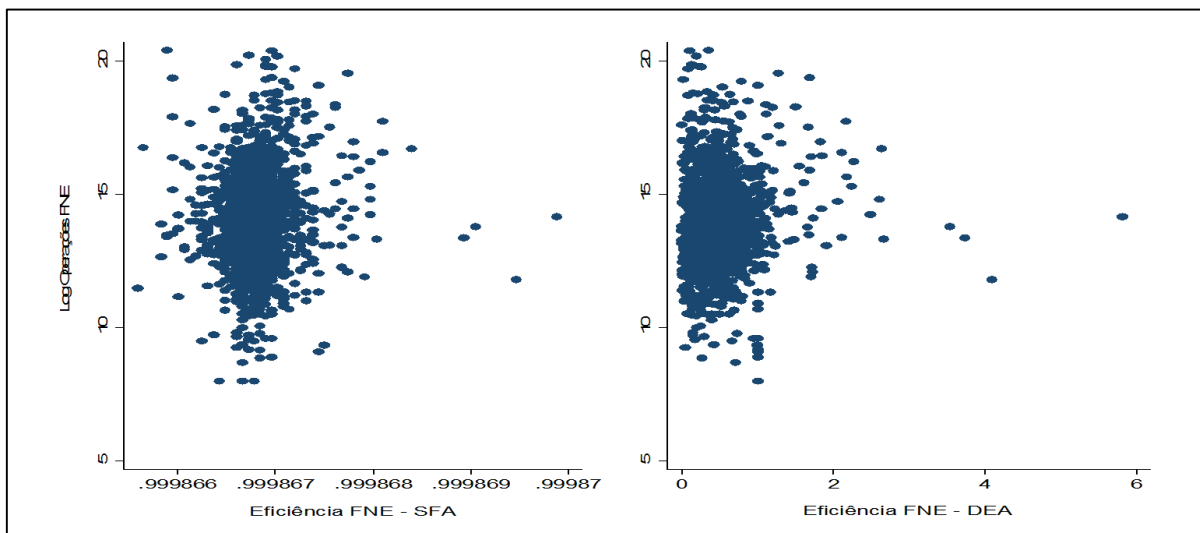
Fonte: Resultados da pesquisa.

Assim, pode-se inferir que a distribuição da eficiência no uso do FNE em termos de crescimento está bastante ligada a questões climáticas e ao perfil das atividades desenvolvidas em cada sub-região. O fato de a zona exportadora ter-se mostrado a mais eficiente, reforça a necessidade de integrar os setores produtivos da região às cadeias mundiais de geração de valor, onde a forte concorrência leva ao emprego das melhores tecnologias e ao aprimoramento contínuo das técnicas produtivas.

Visando identificar a adequação da alocação dos recursos do Fundo segundo a eficiência dos municípios, confrontou-se o nível de eficiência com o total das contratações do FNE. Nos dois casos não parece haver uma relação clara entre os dois indicadores, existindo elevados ou baixos valores das contratações tanto em municípios muito eficientes quanto naqueles pouco eficientes. Isso permite concluir que os critérios atuais de distribuição não contemplam características que remetam à eficiência no uso dos recursos. Isso representa uma oportunidade de aprimoramento da legislação que rege as contratações, com potenciais ganhos em termos de impactos do Fundo sobre o crescimento econômico nessas regiões.

É sempre importante ter em mente que, pelo seu caráter de política pública, o FNE está sujeito a um amplo conjunto de regulamentações de ordens legal e constitucional que ditam de que forma, onde e para quem os recursos devem ser prioritariamente direcionados. Essas diretrizes não necessariamente priorizam a maior eficiência, assumindo por vezes um caráter social, de modo que isso deve ser considerado na avaliação. Porém, se o objetivo expresso do Fundo é colaborar para a redução das desigualdades inter-regionais, e isso se dá pela elevação do produto médio dos municípios nordestinos, cabe considerar o seu nível de eficiência quando da definição de tais diretrizes.

Gráfico 3 – Eficiência Técnica vs. Desembolsos do FNE



Fonte: Resultados da pesquisa.

4.2 Determinantes da Eficiência

A estimação dos determinantes da eficiência técnica, considerando os dois métodos utilizados, é apresentada na Tabela 2. Como descrito na seção metodológica, por construção, o método de fronteira estocástica reporta os efeitos sobre o nível de ineficiência, enquanto que no DEA o escore de eficiência é usado como variável dependente do modelo Tobit. Dessa forma, resguardadas as limitações de cada método, espera-se haja consistência entre os resultados (sinais contrários).

Nota-se pela análise dos resultados dos dois modelos que o investimento público tem importante participação na determinação do nível de eficiência. Pode-se inferir que essa relação deriva da melhoria da infraestrutura urbana proporcionada por tais investimentos, o que tem o potencial de reduzir os custos das empresas, tornando-as mais eficientes. Outra possibilidade seria o efeito direto do gasto sobre a participação relativa da construção civil, pois esse setor da economia pode se beneficiar dos recursos do FNE e ser mais eficiente que os demais.

Outro ponto de convergência entre os modelos diz respeito ao efeito da importância do tamanho médio das empresas, medido pelo número de funcionários sobre o nível de eficiência técnica. Aparentemente, municípios com empresas menores, com menos funcionários, tendem a se beneficiar mais do uso do FNE em termos de crescimento econômico. Isso sugere que as firmas menores são mais eficientes no uso do FNE do que as grandes empresas, talvez porque o salto de produtividade decorrente do financiamento seja muito superior em empresa com esse perfil. Resultados nessa direção foram obtidos por outros autores como Silva, Resende e Silveira Neto (2007; 2009) e Soares, Sousa e Pereira Neto (2009), segundo os quais o Fundo produziu maior impacto sobre as micro e pequenas firmas.

No que se refere à distância para a capital do estado, os dois modelos apontaram efeitos negativos sobre o nível de eficiência dos municípios. A justificativa para tanto provavelmente reside na forte concentração de municípios eficientes na região do MATOPIBA, que encontram-se bastante afastados de suas respectivas capitais. A exemplo disso, o município de Corrente, no Piauí, localiza-se a quase mil quilômetros da capital Teresina.

Notou-se ainda que, controladas todas essas características, os municípios do Semiárido tendem a ser menos eficientes do que aqueles localizados em outros biomas da Região Nordeste. A única contradição aparente entre os modelos diz respeito ao efeito da densidade demográfica, que parece reduzir a eficiência no modelo DEA, mas afeta negativamente a ineficiência pela abordagem SFA, esse último apenas ao nível de 10% de significância. Existem argumentos nas duas direções, mas em termos estatísticos, os resultados do modelo semiparamétrico parecem ser mais confiáveis.

Por fim, pelo modelo DEA, notou-se uma elevação da eficiência associada à proporção de trabalhadores com nível superior, indicando a importância do estoque de capital humano na incorporação de novas tecnologias e técnicas produtivas e gerenciais, o que se reflete sobre a forma de maior eficiência na aplicação dos recursos. Quanto à participação relativa dos setores econômicos, notou-se um efeito positivo da proporção de trabalhadores empregados na atividade agrícola e extrativista. Ao mesmo tempo, maior proporção maior de trabalhadores empregados no setor público parece relacionar-se negativamente com o nível de eficiência municipal.

Tabela 2 – Determinantes da Ineficiência Técnica

Método:	SFA	DEA
Var. Dependente:	Ineficiência Técnica	Eficiência Técnica
Densidade Demográfica	-0,0211*** (0,0116)	-0,0001* (0,0000)
Distância da Capital	-0,0080* (0,0027)	0,0002* (0,0000)
Vínculos/Empresa	0,0586* (0,0225)	-0,0012* (0,0004)
% Trab. Nível Superior	0,0387 (0,1415)	0,0098* (0,0037)
% Trab. sem Carteira Assinada	0,0320 (0,0478)	-0,0001 (0,0009)
% Trab. Agricultura/Extrativismo	-0,0203 (0,0485)	0,0025* (0,0008)
% Trab. Indústria	0,0638 (0,0460)	0,0021 (0,0015)
% Trab. Setor Público	-0,2463 (0,1770)	-0,0073* (0,0017)
Investimento Prefeitura/PIB	-156,184** (69,0222)	0,3312*** (0,1764)
Semiárido	1,0982 (0,9869)	-0,0255*** (0,0153)
Constante	-7,5734** (3,3046)	0,3209* (0,0727)

Fonte: Resultados da pesquisa. Nota: Erros padrões robustos entre parênteses. *p<0,01 **p<0,05 e *** p<0,10.

Depreende-se dos resultados que o perfil dos municípios mais eficientes é dominado por municípios menos densos, com empresas menores e localizados fora do Semiárido, mas em regiões mais distantes das capitais de seus respectivos estados. Neles a atividade agrícola é a principal geradora de empregos, mas com trabalhadores bem qualificados, o que remete ao uso de técnicas mais modernas de produção. Observa-se ainda nos municípios eficientes uma

participação maior dos investimentos públicos na composição do PIB municipal, possivelmente ligada a uma melhor infraestrutura.

A nova geografia econômica fornece alguns *insights* sobre esse tipo de configuração espacial, que fundamentalmente deriva de dois fatores: altos custos de transporte e concentração do mercado consumidor. No caso do cerrado nordestino, como a atividade agrícola depende fundamentalmente do fator terra, que é fixo e geralmente encontra-se distante do mercado consumidor, fica determinada a concentração das atividades na região produtora. A distância em relação à capital tende a formar um mercado isolado que permite o surgimento de dinamismo próprio em atividades que orbitam o vetor principal da economia, mas também para atender à demanda do mercado consumidor local por serviços e produtos industriais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente importância do FNE para a economia nordestina tem sido recorrentemente ratificada por diversos estudos empíricos, que analisaram por várias metodologias os seus impactos sobre a geração de emprego e sobre o crescimento econômico. Porém, o aspecto da eficiência tem sido pouco explorado, havendo apenas um trabalho que trata diretamente do tema.

Assim, visando explorar essa lacuna na literatura, o presente trabalho estimou o nível de eficiência dos municípios beneficiados pelo FNE em transformar os valores tomados pelo Fundo em crescimento econômico. Para tanto, utilizaram-se duas metodologias distintas, permitindo assim maior flexibilidade quanto às hipóteses assumidas. Adicionalmente, buscou-se explicitar os fatores que explicam o nível de eficiência dos municípios, de modo a permitir a identificação dos seus perfis.

Os resultados revelaram que existe uma concentração de municípios altamente eficientes na região conhecida como MATOPIBA, parecendo estar ligada à adoção de agricultura extensiva voltada para a exportação. É possível que a exposição à concorrência internacional seja um dos vetores que conduzem à maior eficiência produtiva e, conseqüentemente, no melhor uso dos recursos tomados do FNE.

Constatou-se, ainda, que os municípios localizados no Semiárido tendem a ser menos eficientes no crescimento do produto médio, ao passo que municípios menos densos e mais distantes das respectivas capitais e com empresas menores tendem a fazer melhor uso dos financiamentos. Notou-se, também, um efeito positivo relativo à taxa de investimento público, assim como do estoque de capital humano sobre a eficiência técnica, este último representado pela proporção de trabalhadores com nível superior.

Os resultados permitem concluir que o incentivo à exportação pode ser um meio de elevar a eficiência do uso do FNE. Assim, medidas que facilitem e estimulem essa inserção podem elevar o efeito do Fundo, como linhas de crédito direcionadas ou produtos financeiros que mitiguem o risco cambial, além de uma política externa que favoreça a abertura de novos mercados.

Outro ponto notável diz respeito ao saneamento fiscal dos governos municipais, de modo a permitir uma taxa de investimento maior. Contudo, isso se encontra fora do escopo dos FCFs, pois foram criados para apoiar apenas a iniciativa privada. No mesmo sentido, a acumulação de capital humano é outro ponto que parece elevar a eficiência. Mudanças recentes na legislação permitiram o uso dos recursos do FNE para o financiamento estudantil. Mas para que essa medida seja efetiva, é importante conjugá-la com a capacitação dos empreendedores e de seus colaboradores no âmbito das contratações tradicionais, de modo a garantir que esse conhecimento seja apropriado pelo setor produtivo.

Por fim, trabalhos futuros podem mudar o foco da análise, investigando de que maneira as operações do FNE afetam a eficiência dos produtores, uma vez que o acesso aos recursos viabiliza a incorporação de novas tecnologias pelo financiamento de máquinas e equipamentos. Do ponto de vista metodológico, pode-se ampliar ainda seu escopo para incorporar os demais FCFs. Isso permitiria identificar a posição relativa dos municípios nordestinos em relação aos de outras regiões.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, Mansueto Facundo; RESENDE, Guilherme Mendes; SILVA, Alexandre Manoel Ângelo. Distribuição espacial dos fundos constitucionais de financiamento do Nordeste, Norte e Centro-Oeste. **Revista de Economia**, v. 33, n. 2, 2007.

BRASIL. **Lei** nº 7827 de 27 de setembro de **1989**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7827.htm>. Acesso em: 21 ago. 2018

CARNEIRO, Diego; CAMBOTA, Jacqueline. **Revisão Sistemática da Literatura acerca da Avaliação do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste**. 2018. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoPDF.aspx?cd_artigo=55>. Acesso em: 15 ago 2018.

CARNEIRO, Diego. **Um ensaio sobre a eficiência da aplicação dos recursos do FNE pelos municípios beneficiados**. 2018. (no prelo).

CRAVO, Tulio Antonio; RESENDE, Guilherme Mendes; CARVALHO, A. Y. The Impact of Brazilian Regional Development Funds on Regional Economic Growth: A spatial panel approach. In: ERSACongress, 54, **Anais...** 2014. p. 26-29.

DARAIO C. and SIMAR, L., Introducing Environmental Variables in Nonparametric Frontier Models: a Probabilistic Approach. **Journal of Productivity Analysis**, v. 24, n. 1, pp. 93-121. 2005.

DARAIO, Cinzia; SIMAR, Léopold. **Advanced robust and nonparametric methods in efficiency analysis: Methodology and applications**. Springer Science & Business Media, 2007.

FARRELL, M. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series A, Vol. 120, N. 3, 1957.

GONDIM, Jane Mary; SOUZA, Jânia Maria Pinho; PIRES, Inacio Jose Bessa. O Impacto dos Investimentos do FNE na Geração de Empregos no Nordeste: Período 2000-2006. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 42, n. 1, p. 67-86, 2011.

IRFFI, Guilherme; ARAÚJO, José Iranildo da Silva; BASTOS, Felipe de Sousa. Efeitos Heterogêneos do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste na Região do Semiárido. In: Fórum Banco do Nordeste de Desenvolvimento/Encontro Regional de Economia, 22I/21, **Anais...** 2016. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/documents/160445/960759/EFEITOS_HETEROGENEOS_DO_FUNDO_CONSTITUCIONAL_DE_FINANCIAMENTO_DO_NORDESTE_NA_REGIAO_DO_SEMIARIDO.pdf/883e90c6-d3b6-4579-88fa-4145ae0a8464>. Acesso em: 16/07/2018.

LINHARES, Fabrício Carneiro; SOARES, Ricardo Brito; GONÇALVES, Marcos Falcão; VIANA, Luiz Fernando Gonçalves. Brazil's Northeast Financing Constitutional Fund: Differentiated effects on municipal economic growth. **CEPAL Review**, v. 2014, n. 113, p. 175-192, 2014.

OLIVEIRA, Guilherme Resende; RESENDE, Guilherme Mendes; GONÇALVES, Caio Nogueira; SILVA, Diego Firmino; Efeitos Não Lineares dos Fundos Constitucionais de Financiamento entre 2000 e 2012. In: Encontro Nacional de Economia, 45, **Anais...** 2017. Disponível em: <https://www.anpec.org.br/encontro/2017/submissao/files_I/i10-88c58a83d6d4c2fe7e83012477f3141c.pdf>. Acesso em: 16/07/2018.

RESENDE, Guilherme Mendes. **Micro e macroimpactos de políticas de desenvolvimento regional: O caso dos empréstimos do FNE-industrial no estado de Ceará**. Brasília: Ipea, 2012. (Texto para Discussão, 1777).

RESENDE, Guilherme M. 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**, v. 48, n. 4, p. 646-664, 2014a.

RESENDE, Guilherme Mendes; CRAVO, Tulio Antônio; PIRES, Murilo José de Souza. **Avaliação dos impactos econômicos do Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste (FCO) entre 2004 e 2010**. Brasília: Ipea, 2014b. (Texto para Discussão, 1918).

RESENDE, Guilherme Mendes; DA SILVA FILHO, Luís Abel. Avaliação dos Impactos Econômicos do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE): O Caso da Bahia, 2004-2010. **Revista Desenhavia**, n. 20, 29-58, 2014.

RESENDE, Guilherme Mendes et al. **Monitoramento e avaliação dos instrumentos da política nacional de desenvolvimento regional: uma proposta de avaliação continuada**. Brasília: Ipea, 2014.

RESENDE, Guilherme Mendes; SILVA, Diego Firmino Costa; SILVA FILHO, Luís Abel. 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**, v. 48, n. 1, p. 9-29, 2017.

SILVA, Alexandre Manoel Ângelo; RESENDE, Guilherme; SILVEIRA NETO, Raul da Mota. Uma Avaliação da Eficácia do FNE, no período 1995-2000. **Análise Econômica**, v. 25, n. 48, 2007.

SOARES, R.; SOUSA, J.; PEREIRA NETO, Antonio. Avaliação de impactos 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, 2009.

SOARES, Ricardo; VIANA, Luiz; GONÇALVES, Marcos; SOUZA, Jane. **Avaliação de impacto e eficiência das empresas beneficiadas pelo FNE na geração de emprego, massa salarial e salário médio - 2000 a 2008**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2014. (Série de Avaliação de Políticas do BNB, 13)

VIANA, Luiz Fernando Gonçalves; CAMBOTA, Jacqueline Nogueira. O impacto do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE) no crescimento dos municípios de sua área de atuação: uma aplicação de painel dinâmico. In: Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, 15, **Anais...** 2017. Disponível em: <http://siscone.v.com.br/Uploads/ENABER17/Trab0157003693201700_000000.pdf>. Acesso em: 26/07/2018.