

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E GESTÃO – SEPLAG
INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE

ECONOMIA DO CEARÁ EM DEBATE 2019

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E GESTÃO – SEPLAG
INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE

ECONOMIA DO CEARÁ EM DEBATE 2019

Fortaleza - CE
2020

Governador do Estado do Ceará

Camilo Sobreira de Santana

Vice-Governadora do Estado do Ceará

Maria Izolda Cela de Arruda Coelho

Secretário do Planejamento e Gestão – SEPLAG

Carlos Mauro Benevides Filho – Secretário

Secretário Executivo de Gestão

José Flávio Barbosa Jucá de Araújo

Secretário Executivo de Planejamento e Orçamento

Flávio Ataliba Flexa Daltro Barreto

Secretário Executivo de Planejamento e Gestão Interna

Ronaldo Lima Moreira Borges

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE

Diretor Geral

João Mário Santos de França

Diretoria de Estudos Econômicos – DIEC

Adriano Sarquis Bezerra de Menezes

Diretoria de Estudos Sociais – DISOC

Ricardo Antônio de Castro Pereira

Diretoria de Estudos de Gestão Pública – DIGEP

Marília Rodrigues Firmiano

Gerência de Estatística, Geografia e Informação – GEGIN

Rafaela Martins Leite Monteiro

ECONOMIA DO CEARÁ EM DEBATE 2019

2019 v-1 - 2015

João Mário de França, Rafaela Martins Leite Monteiro, Fátima Juvenal de Sousa (organizadores).

Anual

ISBN: 978-65-990380-1-3

1. Economia. 2. Ceará. I - França, João, Mário.

CDU 330 (813.1) (05)

276 páginas. Copyright © 2020 - IPECE.

Os artigos apresentados neste livro são de inteira responsabilidade dos seus autores. As opiniões neles emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
AUMENTAR A QUALIDADE DA ESCOLA É O BASTANTE? EVIDÊNCIAS PARA O CEARÁ	6
Rafael Barros Barbosa	
Daniel Ribeiro	
Alesandra Benevides	
IMPACTOS DISTRIBUTIVOS DO PROJETO JOVEM DE FUTURO	25
Sandra Valéria Araújo Macedo	
Ricardo Brito Soares	
Alesandra Benevides	
PUBLIC SECTOR OVERALL EFFICIENCY: AN APPLICATION IN THE CEARÁ STATE – BRAZIL	51
Francisco Germano Carvalho Lucio	
Witalo de Lima Paiva	
Ricardo A. de Castro Pereira	
Christiano Modesto Penna	
Sandy Dall’erba	
AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO PROGRAMA EM DEFESA DA VIDA SOBRE HOMICÍDIOS NO CEARÁ: UM ESTUDO DE SÉRIES TEMPORAIS INTERROMPIDAS	71
Cristiane de Mesquita Tabosa	
Fabiano da Costa Dantas	
Thiago Costa Carvalho	
CENTROS DE PARTO NORMAL E A EPIDEMIA DE CESÁREAS NO CEARÁ: AVALIAÇÃO DE IMPACTO A PARTIR DO MÉTODO DE DIFERENÇAS EM DIFERENÇAS	86
Thaís Nogueira Facó de Paula Pessoa	
Antônio Rodrigues Ferreira Júnior	
Victor Hugo de Oliveira Silva	
DESIGUALDADES, CRESCIMENTO ECONÔMICO E ESTRUTURA PRODUTIVA: UMA ANÁLISE FATORIAL E ESPACIAL DOS MUNICÍPIOS CEARENSES	104
Denis Fernandes Alves	
Diego de Maria André	
Janaina da Silva Alves	
DINÂMICA DA DESIGUALDADE DE NOTAS DO QUINTO E DO NONO ANO, NAS ESCOLAS PÚBLICAS NO CEARÁ	133
Roberto Tatiwa Ferreira	
Maria Socorro de Vasconcelos Carneiro	
Mauricio Cabrera Baca	
INDICADORES DE RECURSOS HÍDRICOS E SECA, NO AUXÍLIO À GESTÃO PÚBLICA AMBIENTAL NO ESTADO DO CEARÁ	157
Kaliny Kélvia Pessoa Siqueira Lima	
Vlândia Pinto Vidal de Oliveira	

O PODER DO VOTO COMO FATOR DETERMINANTE NA DISTRIBUIÇÃO DE RECURSOS ESTADUAIS PARA OS MUNICÍPIOS CEARENSES.....188

Marcos Henrique de Carvalho Almeida

Fabrício Carneiro Linhares

O RAIO DA CRIMINALIDADE: DELIMITAÇÃO E ALCANCE DE CLUSTERS ESPACIAIS NA CIDADE DE FORTALEZA.....212

Denise Xavier Araújo de Oliveira

Andrei Gomes Simonassi

PROGRAMAS DE CIDADANIA FISCAL SÃO EFICAZES? UMA AVALIAÇÃO DO PROGRAMA SUA NOTA VALE DINHEIRO.....233

Elizângela Bezerra

Márcio Veras

Diego Carneiro

TECNOLOGIAS SOCIAIS DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO: EFEITOS NA RENDA E NA SUSTENTABILIDADE DOS AGRICULTORES FAMILIARES CEARENSES.....254

Maria Josiell Nascimento da Silva

Ahmad Saeed Khan

INTRODUÇÃO

O livro Economia do Ceará em Debate 2019 é uma coletânea dos doze artigos apresentados por ocasião do XV Encontro Economia do Ceará em Debate, realizado pelo **Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE)**, no dia 05 de novembro de 2019, no auditório da **Secretaria do Planejamento e Gestão (SEPLAG)**.

O livro que apresentamos à sociedade é fruto do Encontro, bem como do trabalho interativo entre Governo do Estado e à academia, que contou com o envolvimento intenso dos colaboradores do **IPECE**. De forma a cobrir os principais temas de pesquisa em economia com foco no Estado do Ceará, e conceber oportunidade para que estudiosos possam discutir os principais desafios da economia cearense, bem como possibilitar às autoridades públicas responsáveis pelo desenvolvimento do Estado, conhecer ideias inovadoras sobre as ações que têm efeitos diretos sobre a economia e a sociedade cearense.

Agradecemos o apoio recebido do Governo do Estado do Ceará, por intermédio da **SEPLAG** e **Escola de Gestão Pública**. Devemos igualmente gratidão ao **Bradesco**, à **Câmara de Dirigentes Logistas - CDL Fortaleza** e ao **Sindicato dos Fazendários do Ceará - SINTAF** pelo apoio financeiro para a premiação.

João Mário Santos de França
Diretor Geral do IPECE

Organizadores

João Mário de França

Rafaela Martins Leite Monteiro

Fátima Juvenal de Sousa

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE)

Av. Gal. Afonso Albuquerque Lima, s/n | Edifício SEPLAG | Térreo - Cambéa | Cep: 60.822-325

Fortaleza, Ceará, Brasil | Telefone: (85) 3101-3521

<http://www.ipece.ce.gov.br>

AUMENTAR A QUALIDADE DA ESCOLA É O BASTANTE? EVIDÊNCIAS PARA O CEARÁ

Rafael Barros Barbosa*

Daniel Ribeiro**

Alessandra Benevides***

RESUMO

Este artigo analisa se aspectos não cognitivos dos estudantes de ensino médio moderam o efeito de se estudar em boas escolas públicas. A qualidade da escola pública é mensurada usando um modelo de valor adicionado com efeitos fixos para a escola. Por sua vez, os aspectos não cognitivos referem-se a atitudes dos estudantes relacionadas ao Interesse em aprender e Expectativas quanto ao sucesso futuro. Ambos aspectos considerados importantes para a tomada de decisão futura. Os resultados apontam o efeito da qualidade da escola sobre o desempenho em matemática é menor em alunos com baixo Interesse nos anos finais do Ensino Fundamental, limitando os ganhos em termos de performance dos estudantes que frequentam escolas de melhor qualidade. A Expectativa não parece mediar o efeito da qualidade da escola.

Palavras chave: Qualidade da escola, aspectos não cognitivos, desempenho educacional

ABSTRACT

This article analyzes whether the student's non-cognitive aspects moderate the effect of school quality. School quality is measured as fixed-effect estimates obtained using a value-added model for secondary schools. Two non-cognitive aspects are considered: interest in learning and expectations about the future. The results indicate that interest mediates the effect of school quality on mathematics, reducing the performance at the end of secondary school. The performance of students with low interest is significantly lower in high-quality schools. The expectation does not change the effect of the quality of the school.

Keywords: Quality of school, non-cognitive aspects, student achievement Classificação JEL: C23, I21, I28.

* Universidade Federal do Ceará (UFC). Pesquisador do Centro de Avaliação de Políticas Públicas (CAPP - IPECE). rafaelbarrosbarbosa@gmail.com / Telefone: (85) 999301938.

** Universidad Carlos III de Madrid (UC3M). danribeiro.ufc@gmail.com.

*** Universidade Federal do Ceará (UFC) Pesquisadora do Programa Cientista-Chefe na SEDUC-CE. Email: rafaelbarrosbarbosa@gmail.com / Telefone: (85) 999301938. alesandrab@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

Existem fortes evidências que habilidades não cognitivas importam para o aprendizado dos estudantes (HUMPRIES e KOSSE (2017), BORGHANS et al (2008), BURKS et al (2015), HECKMAN, PINTO e SAVELYEV (2013), CUNHA, SCHENNACH, HECKMAN

(2010)). Aspectos não cognitivos incluem um grande espectro de características, como traços de personalidade² e aspectos comportamentais e econômicos³. Tais aspectos podem enviesar as escolhas dos estudantes e com isso prejudicar a obtenção de capital humano durante a escola.

No entanto, uma questão ainda aberta consiste em saber qual o benefício de se estudar em escolas de melhor qualidade quando o estudante possui diferentes aspectos não cognitivos. Políticas de aumento da qualidade do aprendizado são geralmente o alvo das políticas públicas educacionais e são desenhadas para gerar ganhos dos aspectos cognitivos dos estudantes, medidos por meio do desempenho em testes padronizados. O que ocorre quando estudantes com diferentes características não cognitivas frequentam boas escolas?

Responder a essa pergunta possui implicações em políticas públicas. Se o efeito de se estudar em escolas com melhor qualidade for independente de tais características, então, políticas que busquem melhorar a qualidade da escola elevam igualmente o desempenho dos estudantes. Isto é, aumentar a qualidade da educação implica que todos os estudantes serão beneficiados.

Por outro lado, se o efeito da qualidade da escola sobre o desempenho for mediado por aspectos não cognitivos dos estudantes, então, o benefício de estudar em boas escolas depende do tipo de estudante que a frequenta. Nesse caso, aumentar a qualidade da escola não deve ser o único foco das políticas educacionais.

A literatura sobre este tema é bastante escassa. Autor *et al* (2016), por exemplo, mostram que estudantes que frequentam boas escolas possuem menos suspensões e menor absenteísmo, ambas características associadas a aspectos não cognitivos. Entretanto, não foi investigado pelos autores se alunos com diferentes comportamentos eram mais ou menos afetados ao se estudar em escolas de melhor qualidade.

Outra evidência associada refere-se ao benefício de aumentar a qualidade da escola por meio do aumento de horas adicionais de instrução. As evidências mostram que alunos com baixo desempenho anteriores ao aumento de horas de estudo tendem a ter uma performance pior quando mais horas de instrução são adicionadas. A intuição deste resultado é que alunos de baixa performance possuem maiores dificuldades quando a qualidade da escola aumenta. A mesma intuição pode ser esperada no contexto deste artigo: alunos com “piores” aspectos não cognitivos⁴ podem ter mais dificuldade quando frequentam escolas de melhor qualidade. E nesse caso, elevar a qualidade da escola pode gerar resultados negativos para este grupo de alunos.

² Traços de personalidade são geralmente organizados pelos psicólogos no Big Five: conciosidade, abertura ao novo, estabilidade emocional, amabilidade e extroversão, ver Santos, Berlinger e Castilho (2017).

³ Incluem-se nesta categoria: preferências intertemporais, viés de planejamento, expectativas sobre retorno do esforço, entre outros. Ver Damgaard e Nielsen (2018) e Lavecchia, Liu e Oreopoulos (2015) para uma extensiva revisão desta literatura.

⁴ Aqui serão considerados alunos com “piores” aspectos não cognitivos aqueles que demonstram pouco interesse pelos estudos e possuem baixas expectativas de sucesso no futuro.

Este artigo busca analisar se o efeito da qualidade da escola pode ser mediado por características não cognitivas de estudantes que frequentam escolas públicas de ensino médio no Ceará. Para isso, a qualidade da escola durante o ensino médio será interada com características não cognitivas prévias dos estudantes, como interesse por estudar e expectativas sobre o futuro.

A qualidade da escola será mensurada como efeitos fixos estimados de um modelo de valor adicionado para a etapa do ensino médio público no Ceará, entre 2008 e 2014. Por ser uma estimativa de efeitos fixos, esta medida de qualidade da escola representará fatores não observados que afetam o desempenho ao final da 3ª série do ensino médio condicionado a controles demográficos e aspectos cognitivos anteriores ao ensino médio. Esta forma de medir a qualidade da escola é bastante utilizada na literatura sobre o tema⁵.

Serão considerados dois constructos para mensurar os aspectos não cognitivos dos estudantes. O primeiro constructo refere-se ao interesse do estudante em aprender (doravante, Interesse). Esse constructo será mensurado a partir de itens relacionados à frequência do estudante na biblioteca da escola e aos hábitos de leitura do aluno. O segundo constructo relaciona-se às expectativas do estudante sobre futuro (doravante, Expectativas), sendo uma característica associada à crença quanto ao sucesso futuro (BÉNABOU e TIROLE (2016)). As variáveis utilizadas para definir tais constructos foram coletadas ao final do ensino fundamental, 9º ano, antes de os estudantes ingressarem no ensino médio. Isso evita que tais fatores sejam contaminados pela qualidade da escola de ensino médio.

Ambos os aspectos não cognitivos podem ter efeito sobre o esforço do aluno na escola. O principal objetivo consiste em verificar o que acontece com alunos com baixo Interesse e baixas Expectativas quando frequentam escolas de melhor qualidade. O grupo de comparação serão os estudantes com elevado Interesse e elevadas Expectativas nas mesmas escolas.

Para avaliar o efeito heterôgeneo de tais constructos e da qualidade da escola, os estudantes serão separados em grupos homogêneos por meio de métodos de clusterização (HASTIE *et al* (2009)). Será focada a atenção sobre estudantes com características não cognitivas extremas, como em Beattie, Laliberte e Oreopoulos (2018). Isto é, a medida de qualidade da escola será interada com o grupo de estudantes com características não cognitivas abaixo do cluster médio, em comparação aos estudantes com aspectos cognitivos acima do cluster médio.

A autosseleção é um problema que pode enviesar as estimativas do efeito heterogêneo. Para lidar com a possibilidade de autosseleção serão utilizadas duas estratégias. Primeiro, será utilizado o desempenho em testes padronizados dos estudantes antes do ingresso na escola de ensino médio, visando controlar as características cognitivas dos estudantes que frequentam boas e más escolas. A validade desta estratégia depende da hipótese de que um rico conjunto de variáveis de controle pode controlar as características não observadas que afetam a escolha sobre qual escola estudar. Será discutida a validade desta hipótese no contexto das escolas públicas cearenses.

Segundo, será utilizada uma estratégia de identificação que explora a variabilidade transversal da qualidade da escola em cada município. A hipótese central é que estudantes de escolas públicas possuem baixa capacidade de realizar autosseleção de escolas entre municípios, devido ao custo de deslocamento. Dessa

⁵ Ver Schiltz (2019), Deming (2014) e Barbosa et al (2018).

forma, independentemente das características observadas e não observadas, os estudantes de escolas públicas tendem a não se deslocar intermunicipalmente em busca de municípios com escolas de melhor qualidade. Assim, a qualidade média das escolas em cada município será utilizada como variável instrumental para a qualidade da escola.

É possível que ocorra complementariedade entre os efeitos da qualidade da escola e das características não cognitivas dos estudantes. Entretanto, a existência de complementariedade não enviesaria os resultados pois tanto a qualidade da escola quanto as características não cognitivas são mensuradas antes de o estudante ingressar no ensino médio.

Os resultados sugerem que aspectos não cognitivos relacionados ao Interesse dos estudantes realmente moderam o impacto da qualidade da escola sobre o desempenho ao final do ensino médio em matemática. Esse resultado é robusto a diferentes testes de especificação e testes de sensibilidade. Alunos que demonstram menor interesse em aprender reduzem o desempenho em 0.2σ quando frequentam escolas de melhor qualidade.

Este resultado indica que políticas públicas que aumentam a qualidade da escola por meio do ganho de performance são menos efetivas em estudantes que demonstram baixo interesse. Isto é, estudantes com baixo interesse se beneficiam menos ao estudar em escolas com melhor qualidade quando comparados a estudantes com elevado interesse. À medida que a qualidade da escola se eleva, a diferença entre alunos com baixo interesse e alunos com elevado interesse aumenta.

As Expectativas não foram significativas para mediar o efeito da qualidade da escola sobre os estudantes, apesar de as estimativas serem todas negativas. Esse constructo não parece ser estatisticamente relevante para que os alunos se beneficiem, ou não, de escolas com melhor qualidade.

Além dos resultados principais são discutidos adicionalmente se existem diferenças entre grupos específicos de estudantes. Estes grupos são separados por gênero, cor, se a família do estudante participa do Programa Bolsa Família e se existem diferenças entre estudantes residentes de áreas rurais e urbanas. Destaca-se que ter baixa Expectativa para as meninas afeta negativamente e significativamente o benefício de frequentar melhores escolas.

Este trabalho contribui para três áreas da economia da educação. Primeiro, contribui para a literatura sobre a importância de aspectos cognitivos para o aprendizado ao evidenciar que políticas que aumentem os ganhos de performance podem não ser suficientes para maximizar o desempenho cognitivo dos estudantes. Segundo, contribui para o melhor entendimento do impacto de se frequentar boas e más escolas. De fato, muitos trabalhos têm encontrado resultados mistos do efeito da qualidade da escola sobre o desempenho dos estudantes, como em: Cuellen *et al* (2010), Jackson *et al* (2013), Deming *et al* (2014), Dobbie e Fryer (2014), Angrist *et al* (2014), Lucas e Mbiti (2014), Ajayi (2014), Lai, Sadouse e Javrin (2011). Em parte, o presente trabalho indica que uma das possíveis explicações para esse *puzzle* são os aspectos não cognitivos. Ou seja, o benefício da qualidade da escola pode ser minorado dependendo de características não cognitivas. Por fim, este trabalho contribui para a construção de políticas públicas que maximizem a acumulação de capital humano em escolas públicas de países em desenvolvimento. Os resultados indicam que tais políticas públicas precisam ser desenhadas de forma a tratar tanto aspectos cognitivos quanto não cognitivos.

2. ESTRATÉGIA EMPÍRICA

2.1 Medida de qualidade da escola

As escolas públicas de ensino médio no Ceará serão classificadas por meio do ganho médio gerado em testes padronizados durante esta etapa, controlado por fatores observáveis dos alunos. Para isolar o efeito da escola durante o ensino médio, será considerada uma rica caracterização dos aspectos cognitivos prévios dos estudantes.

Seja y_{ijt} o desempenho do estudante i ao final do ensino médio, na escola j no tempo t , para o assunto matemática. Considere a seguinte equação de valor adicionado, baseada em Deming (2014):

$$y_{ijt} = \gamma y_{it-} + X_{ijt}\beta + \omega_{ijt}, \quad \omega_{ijt} = \mu_j + \theta_t + s_{ijt} \quad (1)$$

Em que: y_{it-} representa a performance do estudante i no 9º ano do Ensino Fundamental, isto é, antes de ingressar no ensino médio; X_{ijt} representa um conjunto de variáveis de controle; ω_{ijt} são os resíduos, composto por: efeito escola μ_j e efeitos fixos temporais θ_t . Por fim, s_{ijt} é o termo de erro idiossincrático.

A variável de interesse é μ_j que mensura o efeito fixo da escola sobre o ganho de desempenho do estudante ao final do ensino médio. Portanto, μ_j representa as características não observadas que fazem com que determinada escola proporcione ganhos em testes padronizados aos seus alunos durante os três anos da etapa do ensino médio.

A variável y_{it-} representa as habilidades cognitivas adquiridas antes do ingresso nas escolas de ensino médio. Serão usados como controle o desempenho em testes padronizados ao final do Ensino Fundamental em português e matemática, além de possíveis não linearidades, representadas por tais variáveis ao quadrado, ao cubo e interagidas entre si.

As variáveis são obtidas junto ao Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE) realizado anualmente pela Secretaria da Educação Básica do Estado do Ceará (SEDUC).

Além dos fatores cognitivos, serão considerados como variáveis de controle as seguintes variáveis: i. variável binária para estudantes que residem em áreas rurais; ii. variável binária para gênero, sendo feminino como referência; iii. raça, sendo preto e pardo como referência⁶; iv. idade do estudante, v. se o estudante utiliza transporte público ou não; vi. para controlar o efeito dos pares foram incluídas as notas médias de cada classe tanto em português quanto em matemática na 3ª série do Ensino Médio, como em Chetty *et al* (2014). As variáveis demográficas foram obtidas na base de dados do Censo Escolar, realizado anualmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e disponibilizado publicamente. A SEDUC forneceu um código identificador específico que permitiu fazer a associação da base de dados do SPAECE e do Censo Escolar.

A equação (1) é estimada em cinco coortes entre 2008 à 2014. O coorte 2009 à 2013 não foi incluído pois não foi realizado o exame do SPAECE no 9º ano em 2009. Foram consideradas 438 escolas públicas de

⁶ As medidas de qualidade da escola estimadas são robustas à introdução de características parentais, como educação dos pais, e proxies de renda familiar. Estas variáveis não são incluídas em (1) pois estão disponíveis apenas em sub-amostras. Entretanto, foi verificado que a inclusão destes controles não alteram significativamente a medida de qualidade da escola.

ensino médio regular⁷. Para a estimação da qualidade da escola foram considerados aproximadamente 84 mil estudantes.

O efeito escola será utilizado como medida de qualidade da escola. Após esta estimação será verificado se a qualidade da escola quando interada com os aspectos não cognitivos possuem impacto em uma outra coorte, 2014-2017. A tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas para a coorte principal 2014 - 2017.

Para verificar como os estudantes estão distribuídos entre escolas de melhor e pior qualidade, a medida de qualidade da escola foi separada por quartis e foi verificado se existem grandes diferenças entre os grupos de estudantes que foram para cada grupo de escolas.

A coorte principal, 2014-2017, possui 29.886 estudantes que realizaram o exame do SPAECE e que responderam o *survey* que permitiu computar os aspectos não cognitivos. Essa amostra possui 53% de meninas, 9% de indivíduos que se auto-declararam pretos, 23% reside na área rural, a idade média nos anos finais do Ensino Fundamental é de 11 anos, a educação média das mães 2,64 indicando que a média das mães possui o ensino fundamental II incompleto⁸, e 75% dos estudantes participam do Program Bolsa Família.

As últimas duas colunas da tabela 1 apresentam o teste de média tendo como hipótese nula a igualdade entre o resultado do último quartil (Q4) e o primeiro quartil (Q1). A ideia é verificar se alunos que frequentaram as melhores escolas (Q4) possuem características observáveis diferentes dos alunos que frequentaram as piores escolas (Q1).

Não existem diferenças significativas entre os dois grupos para a proporção de meninas, indivíduos que se auto-declararam pretos, educação da mãe. Estudantes da zona rural e que cuja família participa do Programa Bolsa Família são mais frequentes nas melhores escolas. Por outro lado, os estudantes das melhores escolas possuem melhor desempenho nos anos finais do Ensino Fundamental e possuem idade média menor, embora a diferença neste último elemento seja pequena.

Estes resultados indicam que existem diferenças observáveis entre os alunos que frequentam escolas com diferentes qualidades. Espera-se minimizar tais diferenças ao incluir estas variáveis como controle nas estimações. Especialmente no caso do desempenho em matemática nos anos finais do Ensino Fundamental serão incluídas não linearidades e o de desempenho médio por turma ao final do ensino médio. O objetivo é condicionar as diferenças provenientes da habilidade prévia dos estudantes e dos efeitos dos pares.

⁷ Foram excluídas as escolas de ensino profissionalizante para evitar que processos de seleção causassem viés nas estimativas. Além disso, foram excluídas as escolas de tempo integral e as escolas indígenas por conterem currículos diferentes das escolas regulares.

⁸ A classificação do SPAECE para a escolaridade das mães é dada por: 1 - Nunca estudou ou não completou a 4ª série/5º ano (antigo primário), 2 - Completou a 4ª série/5º ano, mas não completou a 8ª série/9º ano (antigo ginásio), 3 - Completou a 8ª série/9º ano, mas não completou o Ensino Médio (antigo 2º grau), 4 - Completou o Ensino Médio, mas não completou a Faculdade e 5 - Completou a Faculdade.

Tabela 1: Estatísticas Descritivas

	n.obs	Média	Quartis				diff	p-valor
			Q1	Q2	Q3	Q4		
Matemática 9º ano	29886	247.51 (45.91)	243.32 (44.10)	242.92 (44.17)	249.38 (46.31)	254.41 (48.00)	11.08 (0.75)	0.000
Meninas	29575	0.53 (0.49)	0.53 (0.49)	0.54 (0.49)	0.53 (0.49)	0.53 (0.49)	0.0002 (0.008)	0.973
Preto	29886	0.09 (0.29)	.9 (0.28)	.09 (0.29)	0.09 (0.29)	0.08 (0.28)	-0.004 (0.004)	0.343
Rural	29886	0.23 (0.42)	0.17 (0.38)	.23 (.42)	0.22 (0.41)	0.30 (0.45)	0.124 (0.006)	0.000
Idade	29886	11.17 (0.99)	11.22 (1.08)	11.18 (1.02)	11.17 (0.92)	11.10 (0.92)	-0.119 (0.016)	0.000
Educação da Mãe	29603	2.64 (1.76)	2.68 (1.12)	2.62 (1.15)	2.59 (1.15)	2.66 (1.21)	-0.026 (0.022)	0.229
Bolsa Família	29579	0.75 (0.42)	0.72 (0.44)	0.76 (0.42)	0.76 (0.42)	0.76 (0.42)	0.034 (0.007)	0.000

Nota: A tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas para a amostra no coorte 2014-2017 que será utilizada para estimar o efeito heterogêneo dos aspectos não cognitivos com a medida de qualidade da escola.

Para capturar as habilidades não cognitivas dos estudantes é utilizado o *survey* realizado conjuntamente ao SPAECE aplicado aos estudantes no ano de 2014 que estavam Completou o Ensino Médio, mas não completou a Faculdade e 5 - Completou a Faculdade. frequentando o 9º ano do ensino fundamental. Para evitar a presença de viés mecânico⁹, a estimação da qualidade da escola não incluiu tais estudantes na amostra. Assim, o efeito heterogêneo será analisado na coorte em que os estudantes estão no 9º ano do ensino fundamental em 2014 e na 3ª série do ensino médio em 2017. Estes estudantes não foram considerados ao se computar a medida da qualidade da escola.

2.2 Aspectos Não Cognitivos

Os estudantes foram agrupados em *clusters* homogêneos relacionados a suas características não cognitivas separadas em dois constructos principais: interesses em estudar (Interesse) e expectativas sobre o sucesso futuro (Expectativas). O primeiro constructo refere-se à predisposição que o estudante possui em aprender além do que é lecionado em sala de aula. Este constructo está associado à motivação do estudante em aprender.

Por sua vez, o segundo constructo está relacionado às crenças quanto ao sucesso educacional e profissional no futuro. Este segundo constructo está associado às expectativas futuras de ingresso no mercado de trabalho, no ensino superior ou em escolas de melhor qualidade, como é o caso das escolas

⁹ Viés mecânico refere-se à endogeneidade causada por utilizar um mesmo grupo de indivíduos para obter variáveis de controle e de resultado. Evita-se a possibilidade deste tipo de viés ao se considerar uma estratégia *leave-one-out*, em que a amostra que será analisada para verificar os resultados é diferente da amostra que foi utilizada para construir variáveis de controle. Ver Chetty *et al* (2014), para mais detalhes.

profissionalizantes no Ceará. No apêndice encontram-se todos os itens utilizados para mensurar tais habilidades.

Os *clusters* são construídos por meio do método *k*-média¹⁰. Os resultados principais consideram que os estudantes possam ser separados em 3 grupos homogêneos segundo suas características não cognitivas, consideradas individualmente, para cada um dos constructos¹¹.

Para analisar a relação entre a qualidade da escola e as características não cognitivas sobre o desempenho ao final do ensino médio serão comparados os estudantes com características cognitivas abaixo do *cluster* médio em relação aos estudantes com aspectos não cognitivos acima do *cluster* médio.

Seja $C = \{CH_i, CM_i, CL_i\}$ o conjunto formado pelos estudantes *i* organizados nos *clusters* de 1 à 3. Assuma que os *clusters* estão ordenados de acordo com a homogeneidade pela qual os estudantes tenham respondido ao *survey*. Assim, CH_i representa o grupo de estudantes com maior interesse e melhores expectativas sobre o futuro. Por sua vez, CL_i representa o grupo de estudantes com menor interesse e piores expectativas sobre o futuro.

A variável de interesse será construída ao se comparar os estudantes do *cluster* CL_i em relação aos estudantes do *cluster* CH_i . Considere *s* a característica não cognitiva, associada ao estudante *i*, *s* = *interesse*, *expectativa*. Seja $d_{is} = I(CL_i = CH_i)$, em que $I(\cdot)$ é uma variável indicadora definida por:

$$d_{is} = \begin{cases} -1 & \text{se } i \text{ pertence a } CL_i \\ 0 & \text{se } i \text{ pertence a } CH_i \end{cases}$$

Para acessar o efeito interado da qualidade da escola e dos aspectos não cognitivos dos estudantes sobre o desempenho ao final do ensino médio será estimada a seguinte equação:

$$y_{ij} = \gamma y_{it-} + X_{ij}\beta + \theta(SQ_{ij} \times d_{is}) + \delta SQ_{ij} + u_{ij} \quad (2)$$

Em que: y_{ij} é o desempenho do estudante em teste padronizado em matemática ao final do ensino médio, 3ª série; y_{it-} corresponde ao desempenho em teste padronizado em matemática ao final do ensino fundamental, 9º ano. X_{ij} representa um rico conjunto de variáveis de controle.

O parâmetro de interesse é θ que indica qual o sinal e a magnitude do efeito interado de estudantes com “piores” aspectos não cognitivos quando frequentam boas escolas em comparação a estudantes com “melhores” aspectos não cognitivos. Se θ for negativo, isto implica que à medida que a qualidade da escola

¹⁰ Foi realizada uma adaptação sobre os itens pesquisados para possibilitar a utilização dos clusters devido ao fato de os itens terem respostas ordinais. Assim, cada item é transformado seguindo a regra: $\frac{i-0.5}{M}$ em que *i* corresponde ao valor ordenado do item, *M* refere-se à quantidade de categorias que cada item possui. Para mais detalhes da necessidade desta transformação, ver Hastie *et al* (2015).

¹¹ Na seção que trata da robustez dos resultados é analisado se os resultados se modificam a diferentes especificações dos clusters.

aumenta, menor é o desempenho dos estudantes com “piores” aspectos não cognitivos ao final do ensino médio.

Para garantir que a estratégia de seleção sobre observáveis seja válida serão incluídas não linearidades para a variável de desempenho no 9º ano do ensino fundamental: y_{it} -ao quadrado e y_{it} -ao cubo.

Um grande conjunto de variáveis que caracterizam aspectos demográficos e parentais dos estudantes está representada por X_{ij} . Estão incluídos em X_{ij} : gênero, sendo feminino como referência; idade; preto ou pardo, indicando estudantes que se autodeclararam como pretos; educação da mãe ou responsável e uma variável binária indicando se a família participa do programa bolsa família. Para captar o possível efeito de pares, será adicionada a média da turma do aluno i na escola j no exame do SPAECE em matemática na 3ª série.

2.3 Estimação por variáveis instrumentais

Um problema associado à escolha educacional refere-se à autoseleção segundo a qual estudantes de melhor qualidade optam por estudar em escolas semelhantes. Dessa forma, a qualidade da escola mensurada em testes padronizados pode não representar aspectos relacionados a escola em si, mas sim, a melhor qualidade dos alunos que a escola recebe.

Uma forma de contornar o problema da autoseleção é incluir variáveis que controlem para as características observadas que possam ser afetadas pela autoseleção. Entretanto, ainda sim podem existir características não observadas que causem endogeneidade.

Para contornar este problema é proposta uma forma alternativa de para acessar o efeito causal da qualidade da escola sobre o desempenho educacional em matemática, com o objetivo de minimizar a endogeneidade causada pela autoseleção.

A autoseleção se torna inócua caso os estudantes possuam baixo poder de escolha sobre qual escola estudar. Especificamente para os alunos de escolas públicas no Ceará, a migração intermunicipal é baixa. Isso implica que tais estudantes geralmente não buscam estudar em escolas que não estejam no mesmo município de sua residência.

Assim, será explorada a variabilidade na qualidade da escola intermunicipal como instrumento para a qualidade da escola que o estudante pode optar estudar.

A hipótese chave é de que a variabilidade transversal da qualidade das escolas públicas por município representa a variabilidade na qualidade média que o estudante tem a sua disposição. Como a migração entre municípios para os estudantes de escolas públicas é baixa, então, os estudantes não optam por escolas em municípios com qualidade média mais elevada. Será assumido que essa variabilidade municipal é dirigida por fatores exógenos às características não observáveis dos estudantes em dado coorte.

Considere a equação reduzida para a equação em (2), dada por:

$$SQ_{ijmt} = a_0 + \theta \overline{SQ}_{imt} + \alpha' X_{ijmt} + u_{ijmt} \quad (3)$$

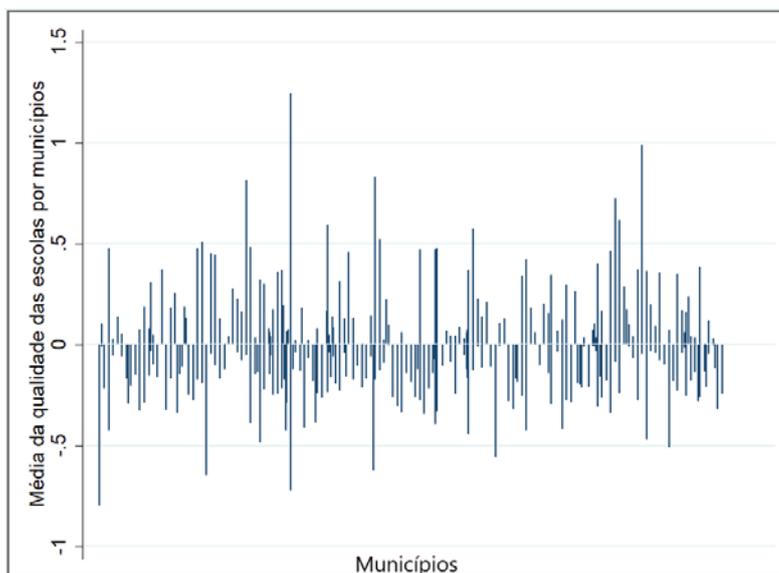
Em que: SQ_{ijmt} é a medida de qualidade da escola usando o procedimento *leave-one-out* (t) para o aluno i , na escola j , no município m ; \overline{SQ}_{imt} é a média da qualidade das escolas em dado município m e X_{ijmt} são variáveis de controle adicionais. A estratégia consiste em usar \overline{SQ}_{imt} como instrumento para SQ_{ijmt} .

A hipótese de identificação não seria válida se houvesse uma elevada mobilidade intermunicipal entre os estudantes em busca de melhores escolas de ensino médio, caracterizando a autosseleção. Entretanto, essa possibilidade não é plausível teórica e empiricamente. De fato, a quantidade de estudantes que se matriculam no ensino médio em um município diferente do município da escola de ensino fundamental é de aproximadamente 9%. Ou seja, a maioria dos estudantes se matricula no mesmo município que realizaram o ensino fundamental (91%), indicando a baixa mobilidade intermunicipal entre o ensino fundamental e médio, ver Barbosa *et al* (2019). Além disso, estudantes de escolas públicas no Brasil possuem renda baixa, muitas vezes sendo caracterizados como pobres¹²². Esse fato indica que mobilidade intermunicipal possui um custo relativo elevado para os estudantes provenientes destas famílias.

A equação (3) utiliza a média municipal da qualidade das escolas públicas como variável instrumental. Entretanto, podem existir outras medidas de tendência central que possam também indicar a qualidade da escola com a qual o aluno se defronta. Será utilizada, adicionalmente, a mediana das qualidades das escolas em cada município. Essa medida tem a vantagem de ser mais robusta a presença de *outliers*.

Para que a média seja uma variável instrumental forte é necessário que haja uma elevada correlação entre a qualidade das escolas municipais e qualidade média e que haja variabilidade na qualidade da escola média entre municípios. A figura 1 apresenta variabilidade na qualidade média escolar por municípios. Depreende-se que os municípios apresentam significativa variabilidade nessa medida.

Figura 1: Variabilidade na qualidade média intermunicipal



Nota: A figura 1 apresenta a qualidade da escola média entre os municípios do estado do Ceará. Depreende-se que existe significativa variabilidade entre a qualidade média intermunicipal.

A tabela 2 apresenta as estimativas de primeiro estágio para a variável média da qualidade da escola municipal. Percebe-se que a média da qualidade da escolas em cada município é fortemente correlacionada as

¹²² Na amostra em análise 75% das famílias participam do Programa Bolsa Família.

medidas de qualidade das escolas localizadas nos municípios. A estatística F que mensura a força da variável instrumental rejeita a hipótese nula mesmo quando se adiciona novos controles¹³, ou quando são incluídas as medidas de não linearidades no desempenho ao final do ensino fundamental.

A forte correlação entre a média da qualidade da escola agregada por municípios e a qualidade de cada escola indica que os fatores que explicam a qualidade da escola podem estar associados a características de cada município como: mercado de trabalho para professores e qualidade das escolas públicas de ensino fundamental municipais.

Tabela 2: Estimação de Primeiro Estágio

	(1)	(2)	(3)
Média da Qualidade da Escola	0.996***	0.997***	0.995***
	(0.064)	(0.064)	(0.065)
Obs.	29.023	29.023	29.886
R²	0.54	0.54	0.53
Estatística F	37.71	50.60	243.94
p-valor	0.000	0.000	0.000
Não linearidades	Sim	Não	Não
Controles adicionais	Sim	Sim	Não

Nota: A tabela 2 apresenta a estimação de primeiro estágio para o uso da qualidade média por município como variável instrumental. Verifica-se o instrumento é relevante e rejeita a hipótese de variável instrumental fraca por meio do teste F.

¹³ Os controles adicionados foram: feminino, preto, educação da mãe, bolsa família, rural, desempenho em matemática no 9º ano.

3. RESULTADOS

3.1 Resultados principais

A tabela 3 apresenta os resultados para o efeito da qualidade da escola dado que cada estudante pertence ao grupo com menor interesse e piores expectativas. O grupo de controle é composto por alunos com maior interesse e melhores expectativas sobre o futuro. São estimados oito modelos com diferentes especificações e métodos de estimação.

Os modelos de (1) a (4) são estimados por meio dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Já os modelos de (5) a (8) são estimados por meio da variável instrumental (VI) média da qualidade das escolas no âmbito municipal.

Os resultados (1) e (5) apresentam a especificação preferida em que são incluídas não linearidades no desempenho de matemática anteriores ao ingresso no ensino médio as estimativas são obtidas considerando a ponderação pelo número de alunos em cada escola e são introduzidos efeitos fixos de acordo com a idade do estudante. As demais especificações modificam tais características do modelo em ordem decrescente. Os desvios-padrões foram estimados clusterizando por escola.

A tabela 3 é dividida em dois painéis. O painel A apresenta os resultados para o aspecto não cognitivo do Interesse do aluno e o painel B apresenta os resultados para as Expectativas dos estudantes quanto ao futuro. Importante notar que tais constructos foram mensurados antes de o estudante ingressar no ensino médio, portanto, não sofreram influência da qualidade da escola de ensino médio.

Os resultados contidos no painel A indicam que ter baixo Interesse ao final do ensino fundamental reduz em 0.2σ em média o desempenho dos estudantes em escolas de melhor qualidade. São consideradas escolas de melhor qualidade aquelas que possuem um desvio- padrão acima da média de qualidade das escolas.

Este resultado aponta que melhores escolas aumentam a desigualdade entre os alunos com baixo e elevado Interesse. Ou seja, alunos com maior Interesse se beneficiam mais ao estudar em melhores escolas do que os alunos com baixo Interesse.

As estimativas para ambos os modelos, MQO e VI, são estáveis a diferentes especificações, indicando que os resultados não são dirigidos por características não observadas dos estudantes (OSTER, 2018). A magnitude do efeito heterogêneo na estimação por VI é maior do que na estimativa por MQO, o que pode significar que as estimativas por MQO são enviesadas.

A principal explicação para este resultado é a que alunos com maior Interesse tendem a se esforçar mais do que os alunos com menor Interesse. Quando tais estudantes ingressam em escolas de melhor qualidade, o resultado do esforço tende a ser maior e com isso há um aumento na desigualdade entre os estudantes.

Essa diferença no efeito do Interesse pode estar associada ao fato de que escolas com melhor qualidade exigem mais dos estudantes mais preparados e mais dispostos a aprender. Alunos com menor Interesse podem ter dificuldades em aprender em escolas de melhor qualidade.

Alguns trabalhos evidenciam que horas extras de aulas de matemática possuem impacto menor em estudantes com baixa habilidade prévia por que estes estudantes não estão adequadamente preparados para o aprendizado de melhor qualidade (HUEBENER, KUGER e MARCUS (2018); CLOTFELTER, LADD e VIGDOR (2015)).

No painel B estão os resultados para o efeito heterogêneo da qualidade da escola e das expectativas futuras dos alunos. Em todos os casos, as estimativas foram insignificantes apesar de todos os coeficientes estimados serem negativos. Portanto, as Expectativas futuras têm pouco impacto para mediar o efeito da qualidade da escola.

Os resultados mostram, especialmente com relação ao efeito heterogêneo do Interesse, que políticas públicas que busquem elevar a qualidade da escola por meio do aumento dos ganhos de performance em testes padronizados, devem considerar que aspectos não cognitivos podem limitar a sua efetividade. Para que a qualidade da escola beneficie integralmente os estudantes, é preciso que haja complementariedade de políticas públicas buscando reduzir o efeito dos aspectos não cognitivos sobre certos grupos de estudantes.

Tabela 3: Efeito heterogêneo da qualidade da escola e dos aspectos não cognitivos

Painel A: Interesse	MQO				Variáveis Instrumentais			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
QS	0.220*** (0.000)	0.183*** (0.000)	0.183*** (0.001)	0.193*** (0.000)	0.275*** (0.005)	0.263*** (0.004)	0.263*** (0.004)	0.264*** (0.004)
QS × Interesse	-0.203*** (0.000)	-0.155*** (0.003)	-0.155*** (0.003)	-0.169*** (0.001)	-0.253*** (0.001)	-0.222*** (0.003)	-0.222*** (0.003)	-0.224*** (0.002)
R ²	0.447	0.427	0.427	0.425	0.447	0.427	0.427	0.426
Obs.	19262	19262	19262	19262	19262	19262	19262	19262
Não Linearidades	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
Ponderação	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Efeito Fixo Idade	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não
Painel B: Expectativas	MQO				Variáveis Instrumentais			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
QS	0.110*** (0.028)	0.104*** (0.023)	0.104*** (0.023)	0.106*** (0.021)	0.120 (0.148)	0.134*** (0.079)	0.134*** (0.079)	0.136*** (0.074)
QS × Expectativas	-0.058 (0.112)	-0.068 (0.068)	-0.068 (0.068)	-0.070 (0.058)	-0.065 (0.206)	-0.086 (0.083)	-0.086 (0.083)	-0.089 (0.073)
R ²	0.422	0.404	0.404	0.403	0.422	0.404	0.404	0.403
Obs.	25943	25943	25943	25943	25943	25943	25943	25943
Não Linearidades	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
Ponderação	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Efeito Fixo Idade	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não

Nota: A tabela 3 apresenta os resultados do efeito interado da qualidade da escola com as características não cognitivas dos estudantes. O painel A refere-se ao aspecto Interesse e o painel B ao aspecto Expectativa. São apresentados duas formas de estimação: MQO e Variáveis Instrumentais. Cada painel contém oito estimações que modificam as especificações dos modelos para verificar se os resultados são robustos a tais alterações.

3.2 Efeitos em sub-grupos

A seção anterior indicou que o efeito da qualidade da escola depende de características não cognitivas associadas ao Interesse do estudante em aprender. Este efeito moderador pode ser diferente para diferentes sub-grupos de estudantes. Esta seção aborda esta questão ao analisar o efeito heterogêneo da qualidade da escola e dos fatores não cognitivos nos sub-grupos: gênero, raça, famílias que recebem bolsa família e estudantes de zonas rurais.

A tabela 4 apresenta os resultados estimados usando os métodos de MQO e VI. São apresentados apenas os resultados sobre a especificação preferida, reportada na tabela 3, inclui: efeitos fixos por idade, não linearidades para desempenho prévio em matemática e estimativas ponderadas pelo número de alunos em cada escola. Novamente, os desvios-padrões foram estimados ao se clusterizar por escola.

Com relação ao aspecto do Interesse, não existe aparente diferença entre meninos e meninas. Este resultado indica que o Interesse não gera aumento da desigualdade entre meninos e meninas em escolas com diferentes qualidades. Autor *et al* (2016) encontram evidência de que escolas de melhor qualidade reduzem o diferencial de desempenho por gênero. Os resultados reportados mostram que essa redução não é dirigida pelo maior ou menor Interesse dos estudantes.

As meninas apresentam resultado negativo e significativo para melhores Expectativas sobre o futuro, enquanto o resultado para os meninos foi não significativo. Para as meninas, estar no grupo de pior Expectativa sobre sucesso futuro reduz em 0.09σ para estimativa de MQO e 0.118σ para estimativa de VI. Ou seja, meninas com piores Expectativas quanto ao futuro tendem a se beneficiar menos ao estudar em escolas de melhor qualidade do que meninas com boas Expectativas.

Quanto à disparidade racial, os resultados foram mistos. As estimativas de VI mostram que indivíduos que se autodeclararam pretos tendem a ter uma redução maior quando estão no grupo com mais baixo Interesse e acessam boas escolas. Entretanto, este resultado não é confirmado pela estimativa de MQO. A Expectativa prévia não apresenta diferenças entre indivíduos pretos e não pretos.

O Programa do Bolsa Família é destinado a famílias em desvantagem social, sendo, portanto, um importante indicador das características socioeconômicas dos estudantes. Os resultados apontam que estudantes que recebem bolsa família são negativamente afetados em maior magnitude quando estão no grupo de baixo Interesse em boas escolas. Ou seja, as condições socioeconômicas são importantes para entender como aspectos não cognitivos afetam o desempenho dos estudantes em boas escolas. A Expectativa não apresentou resultados significativos entre este sub-grupo.

Por fim, estudantes que vivem na zona rural podem ter incentivos diferentes de estudantes em zonas urbanas, especialmente, com relação a desempenho acadêmico. Os resultados apontam que alunos com baixo Interesse que residem na zona rural possuem uma redução maior do que estudantes que residem na zona urbana quando estudam em escolas de melhor qualidade. Ou seja, ter baixo Interesse e residir na zona rural implica em um aumento ainda mais forte na desigualdade entre os estudantes à medida que a qualidade da escola se eleva.

4. ROBUSTEZ

Os resultados discutidos nas seções anteriores verificaram que alguns tipos de aspectos cognitivos importam para moderar o efeito da qualidade da escola. Estes resultados foram robustos a diferentes especificações como: controle para não linearidades dos aspectos cognitivos, estimação ponderada pelo número de estudantes em cada escola, efeitos fixos por idade e diferentes métodos de estimação, MQO e VI.

Tabela 4: Efeitos em sub-grupos

<u>Painel A: Interesse</u>	<u>Meninos</u>	<u>Meninas</u>	<u>Preto</u>	<u>Não Preto</u>	<u>Bolsa Família</u>	<u>Não Bolsa Família</u>	<u>Rural</u>	<u>Urbano</u>
MQO	-0.203*** (0.001)	-0.194*** (0.007)	-0.211*** (0.130)	-0.201*** (0.000)	-0.212*** (0.000)	-0.182*** (0.062)	-0.281*** (0.008)	-0.190*** (0.001)
IV	-0.248*** (0.025)	-0.260*** (0.004)	-0.357*** (0.039)	-0.239*** (0.004)	-0.259*** (0.001)	-0.242** (0.141)	-0.338*** (0.014)	-0.244*** (0.010)
Obs.	8757	10505	1773	17489	14375	4887	4307	14955
<u>Painel B: Expectativas</u>	<u>Meninos</u>	<u>Meninas</u>	<u>Preto</u>	<u>Não Preto</u>	<u>Bolsa Família</u>	<u>Não Bolsa Família</u>	<u>Rural</u>	<u>Urbano</u>
MQO	-0.027 (0.620)	-0.094** (0.041)	0.088 (0.448)	-0.072 (0.060)	-0.035 (0.402)	-0.119 (0.121)	0.014 (0.871)	-0.076 (0.060)
IV	-0.021 (0.775)	-0.118 (0.045)	0.035 (0.791)	-0.074 (0.170)	-0.042 (0.424)	-0.128 (0.220)	-0.037 (0.739)	-0.086 (0.152)
Obs.	11813	14130	2376	23567	19525	6418	6027	19916

Nota: A tabela 4 verifica o efeito interativo da qualidade da escola para diferentes aspectos não cognitivos em sub-grupos de alunos. Os sub-grupos considerados são: gênero, raça, se a família participa do programa bolsa família e zona de residência (rural vs. urbano). Apenas a especificação principal é reportada que contém: efeitos fixos por idade, não linearidades para desempenho prévio em matemática e estimativas ponderadas pelo número de alunos em cada escola. Os resultados são divididos em dois painéis, cada um para um aspecto não cognitivo. Duas formas de estimação são apresentadas: MQO e variáveis instrumentais.

Tabela 5: Exercícios de Robustez

<u>Interesse</u>	<u>Fator</u>	<u>Quatro Clusters</u>	<u>Cinco Clusters</u>	<u>Medida Absoluta</u>	<u>VI: Mediana</u>
MQO	-0.103*** (0.000)	-0.221*** (0.000)	-0.268*** (0.000)	-0.237*** (0.000)	-
IV	-0.106*** (0.000)	-0.280*** (0.001)	-0.339*** (0.000)	-0.275*** (0.000)	-0.174*** (0.045)
<u>Expectativas</u>	<u>Fator</u>	<u>Quatro Clusters</u>	<u>Cinco Clusters</u>	<u>Medida Absoluta</u>	
MQO	-0.024 (0.166)	-0.050 (0.228)	0.102 (0.150)	-0.063 (0.097)	-
IV	-0.022 (0.205)	-0.049 (0.376)	0.235 (0.017)	-0.070 (0.172)	-0.018 (0.736)

Nota: A tabela 5 apresenta os resultados dos exercícios de robustez. Foram considerados cinco modificações dos resultados principais. Foi estimado um fator para cada um dos constructos dos aspectos não cognitivos; foi considerado 4 e cinco clusters dos dados buscando identificar se as conclusões são sensíveis ao número de clusters; considerou-se uma forma alternativa de medida da dissimilaridade entre as observações, medida absoluta. Por fim, foi utilizado a mediana ao invés da média da qualidade da escola como variável instrumental.

Nesta seção é analisado se os resultados são dirigidos por diferentes formas de mensurar os aspectos não cognitivos e por uma outra variável instrumental. A tabela 5 reporta as estimativas para a especificação preferida que inclui efeito fixo por idade, estimativas ponderadas e não linearidades do desempenho de matemática.

A primeira coluna utiliza um fator estimado para representar a máxima variabilidade dos itens usados em cada constructo de aspectos não cognitivos. As colunas dois e três verificam se os resultados são sensíveis ao aumento do número de cluster dos estudantes. A coluna quatro testa se a forma que o *cluster* é mensurado importa. Neste caso, foi utilizada a medida de desvio absoluto entre as observações para construir os cluster, ao contrário dos resultados principais, em que as dissimilaridades foram mensuradas por meio da distância euclidiana. Por fim, a última coluna estima os resultados para o cluster principal usando a mediana da qualidade das escolas em cada município como instrumento. A ideia de utilizar a mediana é que esta é menos sensível a presença de escolas outliers.

Depreende-se que os resultados principais são robustos a tais diferentes especificações, tanto em relação ao aspecto Interesse quanto em relação ao aspecto Expectativas.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho buscou entender como estudantes com diferentes características não cognitivas são afetados quando frequentam escolas com diferentes qualidades. A qualidade da escola foi representada como sendo efeitos fixos estimados em um modelo de valor adicionado para a etapa do ensino médio. Esta medida representa os fatores não observados, condicionados a controles, que fazem com que os estudantes tenham um maior (ou menor) ganho em termos de desempenho em testes padronizados.

Foram considerados dois tipos de aspectos não cognitivos: interesse em estudar (Interesse) e expectativas acerca do sucesso futuro (Expectativas). Estes constructos foram mensurados a partir de um survey realizado com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental em 2014. O objetivo consistia em entender qual seria o efeito heterogêneo sobre o desempenho em matemática dos estudantes em 2017, ao final do ensino médio, dadas diferenças nos aspectos cognitivos e na qualidade da escola.

Verificou-se que o Interesse prévio do estudante é um importante moderador do efeito da qualidade da escola. Por outro lado, as Expectativas não foram significativas na maior parte das especificações, com exceção para o sub-grupo de meninas.

Tais resultados indicam que políticas que melhorem a qualidade da escola, mensurada por ganhos de desempenho, tendem a não impactar igualmente sobre os estudantes. Estudantes com baixo Interesse reduzem o benefício de estudar em boas escolas quando comparados a estudantes com elevado Interesse.

Assim, para que haja integral efeito do aumento da qualidade da escola é preciso utilizar políticas complementares que focalizem nos aspectos não cognitivos que moderam o impacto sobre diferentes tipos de estudantes.

Entretanto, são necessários mais estudos que investiguem quais outros fatores não cognitivos mediam o efeito da qualidade da escola, quais canais são responsáveis por esta mediação e que tipo de

política pode ser utilizada para complementar o aumento da qualidade da escola. Tais questões não são alvo desta pesquisa, sendo deixadas para pesquisas futuras.

6. REFERÊNCIAS

ALTONJI, J., MANSFIELD, R. Estimating Group Effects Using Averages of Observables to Control for Sorting on Unobservables: School and Neighborhood Effects. **American Economic Review**, a ser publicado.

ANGRIST, J. HULL, P. PATHAK, P. e WALTERS, C. Leveraging Lotteries for School Value- Added: Testing and Estimation. *Quarterly Journal of Economics*, 132 (2), pp. 871-919, 2016. AUTOR, FIGLIO, D., K., ROTH, J. WASSERMAN, M. School Quality and the Gender Gap in Educational Achievement, **NBER Working paper**: 21908, 2016.

BACHER-HICKS, A., KANE, T. e STAIGER, D. Validating Teacher Effect Estimates Using Changes in Teacher Assignments in Los Angeles. **NBER working paper**: 20657, 2014.

BARBOSA, R.; BENEVIDES, A.; MARIANO, F. Z. e FERREIRA, G. Does public school quality matter for Brazilian students? **Working Paper educLAB**, nº 01, 2019.

BERNAL, P. MITTAG, N. e QURESHI, J. Estimating effects of school quality using multiple proxies. **Labour Economics**, 39, p.1-10, 2016.

BENABOU, R. e TIROLE, J. Mindful Economics: The Production, Consumption, and Value of Beliefs. **Journal of Economic Perspectives**, 30(3), Summer, pp. 141-164, 2016.

BEATTIE, G.; LALIBERTE, J.; OREOPOULOS, P. Thrivers and divers: Using non-academic measures to predict college success and failure, **Economics of Education Review**. Volume 62, pp. 170-182, 2018.

BORGHANS, L., DUCKWORTH, A.L., HECKMAN, J.J., TER WEEL, B., The economics and psychology of personality traits. **Journal of Human Resources** 43, 972–1059, 2008. BURKS, S., LEWIS, C., KIVI, P., WIENER, A., ANDERSON, J., GOETTE, L., DEYOUNG,

C.G., RUSTICHINI, A., Cognitive skills, personality, and economic preferences in collegiate success. **Journal of Economic Behavior & Organization**. v. 115, pp. 30–44, 2015 CHETTY, Raj, FRIEDMAN, J. e ROCKOFF, J. Measuring the Impacts of Teachers I: Evaluating Bias in Teacher Value-Added Estimates. **American Economic Review**, 104(9), pp. 2593-2632, 2014.

CLOTFELTER, C. T., LADD, H. F., e VIGDOR, J. L. The aftermath of accelerating AI-gebra: Evidence from district policy initiatives. **Journal of Human Resources**, 50(1), pp. 159-188, 2015.

COBB-CLARK, D. e SCHURER, S. The Stability of Big-Five Personality Traits. **Economic Letters**, Volume 115, Issue 1, pp 11-15, 2012.

CULLEN, J., JACOB, B. e LEVITT, S. The Effect of School Choice on Participants: Evidence from Randomized Lotteries, **Econometrica**. 74(5), pp. 1191-1230, 2006.

CUNHA, F.; HECKMAN, J. J.; SCHENNACH, S. **Estimating the Technology of Cognitive and Nonognitive Skill Formation**. Vol. 78, No. 3, pp. 883–931, 2010.

DAMGAARD, M. T e NIELSEN, H. Nudging in Education. **Economics of Education Review** Volume 64, pp. 313-342, 2018.

- DEMING, D., HASTINGS, J., KANE, T. e STAIGER, D. School Choice, School Quality, and Postsecondary Attainment, **American Economic Review**, 104(3), pp 991-1013, 2014. DOBBIE, W. e FRYER, R. The Impact of Attending a School with High-Achieving Peers: Evidence from New York City Exam Schools. **American Economic Journal: Applied Economics**, 6(3), pp. 58-75, 2014.
- JACKSON, Kirabo. Match Quality, Worker Productivity, and Worker Mobility: Direct Evidence From Teachers. **Review of Economics and Statistics**, 95(4), pp. 1096-1116, 2013.
- HASTIE, T.; TIBSHIRANI, R. and FRIEMAN, J. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. **Springer**. 2^a Ed., 2009.
- HECKMAN, J.J., PINTO, R., SAVELYEV, P.A., Understanding the mechanisms through which an influential early childhood program boosted adult outcomes. **American Economic Review** 103(6), 2013.
- HOLMLUND, H. e SILVA, O. Targeting Noncognitive Skills to Improve Cognitive Outcomes: Evidence from a Remedial Education Intervention, **Journal of Human Capital**, v. 8(2), pp. 126–160, 2014.
- HUEBENER, M.; KUGER, S. e MARCUS, J. Increased instruction hours and the widening gap in student performance. **Labour Economics**. volume 47, pp-15-34, 2017.
- HUMPRHIES, John e KOSSE, F. On the interpretation of non-cognitive skills – What is being measured and why it matters. **Journal of Economic Behavior & Organization**, vol. 136, issue C, pp. 174-185, 2017.
- LAI, F.; SADOULET, E. e JANVRY, A. The contributions of school quality and teacher qualifications to student performance: Evidence from a natural experiment in Beijing middle schools. **Journal of Human Resources**, vol. 46, No. 1, pp. 123-153, 2011.
- LAVECCHIA, A. M.; LUI, P. e OREOPOULOS, P. Behavioral economics of education: Progress and possibilities in E.A. Hanushek, S. Machin, L. Woessmann (Eds.), **Handbook of the economics of education**, 5, pp. 1-74, 2016.
- LUCAS, A. e MBITI, I. Effects of School Quality on Student Achievement: Discontinuity Evidence from Kenya. **American Economic Review**, 6 (3), pp. 234-263, 2014.
- MARTINS, P., (How) Do Non-Cognitive Skills Programs Improve Adolescent School Achievement? Experimental Evidence," Working Papers 81, Queen Mary, University of London, School of Business and Management, Centre for Globalisation Research, 2017.
- ORTIZ, E.; BORGES, J. M.; e SANTOS, D. D. Developing socioemotional skills in secondary school: Short term impacts from a randomized experiment in Ceará, Brazil, working paper, USP, 2017.
- SANTOS, D. D.; BERLINGERI, M. e CASTILHO, R. B. Habilidades Socioemocionais e Aprendizado Escolar: evidências a partir de um estudo em larga escala, Encontro Nacional da Anpec, 2017.
- YEAGER, D. Using design thinking to improve psychological interventions: The case of the growth mindset during the transition to high school. **Journal of Educational Psychology**, 108(3), 2016.

APÊNDICE

A.1 Itens usados para cada aspecto não cognitivo

Aspectos não cognitivo	Descrição dos itens
Interesse	Com qual frequência você lê (jornais, revistas, livros etc.)?
	Com que frequência você utiliza a biblioteca para pegar livros emprestados para ler como atividade de lazer?
	Com que frequência você utiliza a biblioteca para pegar livros emprestados para fazer trabalhos escolares?
	Com que frequência você utiliza a biblioteca para fazer os deveres de casa?
	Com que frequência você utiliza a biblioteca para fazer pesquisas e trabalhos orientados em sala de aula pelos professores?
	Com que frequência você utiliza a biblioteca para ler revistas ou jornais?
	Com que frequência você utiliza a biblioteca para ler livros para se distrair ou por prazer?
Expectativas	Com base nas suas expectativas, você acredita que irá concluir o Ensino Médio.
	Com base nas suas expectativas, você acredita que irá cursar uma faculdade.
	Com base nas suas expectativas, você acredita que irá ter boas oportunidades no mercado de trabalho.

IMPACTOS DISTRIBUTIVOS DO PROJETO JOVEM DE FUTURO

Sandra Valéria Araújo Macedo*

Ricardo Brito Soares**

Alessandra Benevides*

RESUMO

O Projeto Jovem de Futuro foi desenvolvido pelo Instituto Unibanco, em parceria com as Secretarias Estaduais de Educação, como uma intervenção público-privada, que tem por objetivo aumentar a proficiência dos alunos e reduzir a evasão escolar nas escolas públicas estaduais que ofertam o ensino médio regular. Com foco em um modelo de gestão escolar por resultados (GEpR), o projeto incorpora conhecimento científico e um plano experimental propício para avaliação de impacto, o que tem sido geralmente atestado e ressaltado em estudos do próprio grupo de avaliação do programa (Barros (2016)) e de outros pesquisadores (Ferreira (2014), Rosa (2015) e Finamor (2017)). Além de contribuir com uma revisão de literatura sobre os efeitos deste importante projeto, este estudo investiga impactos distributivos nas notas de Português e Matemática (SPAECE) dos alunos que participaram e foram acompanhados no segundo ciclo de implementação (2013 – 2015) nas escolas públicas estaduais do Ceará. Foram sorteadas 123 escolas beneficiadas, e 25 para controle, com mais de 11.500 alunos participantes. Utilizando modelos de efeito de tratamento quantílico não-condicionados de Firpo et al (2009) este estudo constatou efeitos diferenciados nos alunos e nas disciplinas. Enquanto o efeito na prova de português foi maior para alunos de quantis mais baixos, na prova de matemática ocorreu o inverso.

Palavras-Chave: Economia da Educação, Avaliação de Impacto, Qualidade da Educação no Ensino Médio, Gestão Escolar, Estado do Ceará. Área: 2, JEL:I2; I28.

ABSTRACT

The “Projeto Jovem de Futuro” was developed by the Unibanco Institute, in partnership with the State Secretariats of Education, as a public-private intervention that aims to increase high school students' proficiency and reduce their dropout in public schools. Focusing on a results-

*Mestre em Economia pelo CAEN/UFC. sandramacedobr@gmail.com.

** Professor Associado do CAEN/UFC. ricardosoares@caen.ufc.br – tel: 3366-7751.

*** Professora UFC.

based school management model (GEpR), the project incorporates scientific knowledge and an experimental plan that is conducive to impact assessment, which has been generally attested and highlighted in studies by the program evaluation group itself (Barros (2016)) and other researchers (Ferreira (2014), Rosa (2015) and Finamor (2017)). This study contributes to the literature not only reviewing the previous studies but also investigates distributive impacts on the Portuguese and Mathematics grades (SPAECE) on students who participated and were followed in the second cycle of implementation (2013 - 2015) in the state public schools of Ceará, where 123 schools were randomly selected as beneficiaries, and 25 were in the control group. Managing information at the student level and running the uncondition quantile treatment effect models of Firpo (2007), it was found that the effect of program on the Portuguese test was higher for students in the lower quantiles of the distribution, while in the mathematical test was the reverse.

Key words: Economics of Education, Impact Evaluation, Education Quality in High School, School Management, State of Ceara Área: 2, JEL:I2; I28.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o Brasil não conseguiu desenvolver um sistema educacional público capaz de alcançar um patamar de proficiência adequado ao seu processo de desenvolvimento. A proficiência dos estudantes brasileiros avaliada pelo PISA está entre as piores do mundo. Em 2015, mais de 70% dos alunos não chegaram ao nível 2 em Matemática, considerado o nível mínimo para uma participação cidadã. No país, as escolas públicas estaduais do ensino médio, etapa que é a ponte para a universidade e o mercado de trabalho, são as que apresentam o pior desempenho. O IDEB da 3ª série do Ensino Médio da rede pública estadual foi de apenas 3,5, em 2015, dois pontos a menos que a pontuação média das escolas particulares. Este resultado está estagnado nos últimos 15 anos, onde o pior desempenho encontra-se na região Nordeste. Dos 8 milhões de estudantes cursando o ensino médio em 2015, 86% estavam matriculados nas redes públicas estaduais. São quase 7 milhões de jovens, que buscarão as universidades ou entrarão no mercado de trabalho em condição de desvantagem.

Além da insuficiente proficiência dos estudantes, outro problema são as elevadas taxas de repetência, evasão e abandono escolar nessa etapa de ensino. Em 2015, somente 56,4% dos jovens de 15 a 17 anos estavam matriculados no ensino médio, 18% ainda estavam no ensino fundamental, e cerca de 15%, ou 1,5 milhão de jovens, não estudavam e não tinham concluído

o ensino médio (Todos pela Educação, 2017). Na faixa etária de 6 a 14 anos, esta mesma taxa de frequência escolar está acima de 90%, indicando que a escola perde atratividade quando do ingresso do jovem no ensino médio. Os motivos para esta perda de aderência do jovem ao sistema escolar são diversos, e estão relacionados tanto ao desenvolvimento natural etário (gravidez na adolescência e trabalho precoce), como a fatores de oferta do sistema (baixa qualidade do ensino, alta reprovação e ausência de políticas educacionais de incentivo). Barros (2017) estimou que os custos privados e sociais do baixo engajamento escolar dos jovens se acercam aos R\$ 100 bilhões, montante muito maior que o total de gastos com educação no país. Hoje, o maior desafio no campo educacional é formular e implementar políticas efetivas para melhorar o desenvolvimento humano dos jovens via escola, tanto pelo vetor cognitivo, quanto pelo socioemocional. Nesse contexto, políticas de múltipla ação nestas áreas, conjugadas em um processo de monitoramento unificado, ganham destaque, como é o caso do Projeto Jovem de Futuro (PJF), uma parceria público-privada, com ações focadas na Gestão Escolar por Resultados (GEpR), que tem por objetivo aumentar a proficiência dos alunos e reduzir a evasão escolar nas escolas públicas estaduais que ofertam o ensino médio regular. O projeto fornece apoio técnico e financeiro e incorpora uma ferramenta de avaliação de impacto experimental onde as escolas são sorteadas por ciclo de benefícios para grupos de controle e tratamento, o que favorece metodologicamente a avaliação de impacto do programa.

Os potenciais efeitos do programa Jovem de Futuro têm sido analisados em estudos do próprio grupo de avaliação do programa (Barros (2012), Barros (2016)) e de outros pesquisadores ((Silva (2010), Ferreira (2014), Tekenki (2014), Rosa (2015) e Finamor (2017)), onde geralmente encontrou-se efeitos médios positivos para uma série de contextos e indicadores de resultado. Além de contribuir com uma revisão de literatura sobre os efeitos deste importante projeto, este estudo investiga impactos distributivos nas notas de Português e Matemática (SPAECE) dos alunos que participaram e foram acompanhados no segundo ciclo de implementação do programa (2013 – 2015) nas escolas públicas estaduais do Ceará, onde foram sorteadas 123 escolas para serem beneficiadas, e 25 para grupo de controle.

O estudo de caso ganha destaque pelo uso de informações de acompanhamento dos mesmos alunos no primeiro e terceiros anos do segundo grau¹, e pela metodologia de efeito de tratamento em regressão quantílica não-condicionada de Firpo et al (2009), em contraste com

¹ Embora as informações sejam de painel, as análises de desempenho são realizadas apenas para os alunos do terceiro ano do segundo grau, quando encerra o ciclo de atuação do programa. Este procedimento também foi realizado em Barros (2012). No entanto, as notas dos mesmos alunos no primeiro ano serão utilizadas como controles adicionais nas regressões quantílicas, o que também é uma contribuição do estudo.

uma regressão quantílica tradicional (Koenker e Basset (1978)). Sabe-se que a estimação do efeito médio de tratamento em uma regressão linear continua sendo assintoticamente eficiente quando se adiciona variáveis de controle para fins de eficiência e/ou identificação do impacto. No entanto, esta propriedade não mais ocorre em regressões quantílicas tradicionais, e os efeitos estimados são todos condicionados aos controles. Firpo et al (2009) propôs a estimação de efeitos de tratamento em regressões quantílicas não condicionadas, de forma a adequar os parâmetros de efeitos de tratamentos em cada quantil à teoria do modelo de resultados potenciais.

Um dos pressupostos para a aplicação do modelo de Firpo et al (2009) é o tratamento exógeno da variável de política, sendo este o caso do Programa Jovem de Futuro dado o seu plano experimental. Portanto, este estudo investiga o impacto em proficiência deste programa em alunos da rede pública estadual do Ceará, detalhando ordinalmente nas próximas seções a descrição e as avaliações incorridas até aqui do programa (seção 2), a base de informações utilizadas e estatísticas descritivas iniciais do plano de avaliação experimental (seção 3), os modelos empíricos de avaliação de impacto (seção 4), os resultados encontrados (seção 5) e conclusão. Vale adiantar que se constatou efeitos heterogêneos nos alunos e nas disciplinas. Enquanto o efeito do programa na prova de português foi maior para alunos de quantis mais baixos, na prova de matemática ocorreu o inverso.

2. O PROJETO JOVEM DE FUTURO

O Projeto Jovem de Futuro-PJF foi desenvolvido pelo Instituto Unibanco (uma das entidades responsáveis pelo investimento social do Itaú), junto com as secretarias estaduais de educação, em resposta ao desafio de aumentar a taxa de conclusão e a qualidade do ensino médio, condição mínima necessária para a inclusão dos jovens no mercado de trabalho formal. Trata-se de uma proposta que introduz nas escolas um modelo de gestão escolar participativa e voltada para resultados (GEpR) concentrando todos os esforços da comunidade escolar na aprendizagem do aluno.

O projeto oferta apoio técnico e financeiro às escolas participantes permitindo que elas possam adequar seus recursos, processos e práticas pedagógicas, a fim de desenvolver o interesse do aluno pela escola e aumentar o seu envolvimento no processo de aprendizagem. O apoio financeiro consiste no repasse de R\$ 100/aluno², a ser usado em 3 áreas-chave: melhorias em

² Inicialmente, era proporcional ao número de alunos matriculados, mas o esquema foi revisado e na segunda etapa do piloto, passou a considerar apenas o quantitativo de alunos do nível médio.

infraestrutura (até 40%), ações de incentivos aos professores (mínimo de 20%) e incentivos aos alunos (mínimo 20%). Cada área contempla as seguintes atividades:

- *Incentivos para professores*: sistema de premiação por pontualidade, assiduidade e resultados de seus alunos, acesso à capacitação, fundos para projetos pedagógicos;
- *Incentivos para alunos*: bolsas-monitoria, fundos para atividades, acesso a atividades culturais, premiação por desempenho e fundo de necessidades especiais;
- *Melhorias na infraestrutura*: aquisição de equipamentos, novos recursos didáticos, materiais pedagógicos e pequenos reparos no ambiente físico (Instituto Unibanco, 2009).

O planejamento parte de um diagnóstico, elaborado pelos integrantes do grupo gestor, onde se retrata a situação geral da escola e identifica os fatores que impactam negativamente os resultados. Com base nesse diagnóstico, é construído o plano de Melhoria de Qualidade, no qual as escolas assumem o compromisso de envidar esforços para executar as ações e alcançar as metas estabelecidas. Na fase de planejamento, o projeto disponibiliza as ferramentas e as várias metodologias, além de formações específicas para os agentes escolares, incluindo gestores, coordenadores e supervisores nas práticas e ferramentas de gestão por resultados. Os gestores têm autonomia para escolher as metodologias e as atividades aonde os recursos financeiros serão alocados, conforme as necessidades e carências da escola, e flexibilidade para adotar suas próprias metodologias e atividades.

Para facilitar o atendimento às metas estabelecidas, o sistema deve estar integrado em uma ampla rede, a fim de estimular a troca de experiências e conhecimentos, que conta com a presença dos diversos atores da atividade escolar, desde consultores do projeto, supervisores das unidades regionais, gestores, coordenadores e professores, incluindo as equipes de suporte ao projeto das Secretarias de Educação.

O projeto inova ao incorporar, desde a etapa de concepção, um desenho de avaliação de impacto experimental, que permite inferências sobre as cadeias causais das ações implementadas e geram evidências que poderão validar ou não as teorias que lhe serviram de base.

A proposta parte da premissa de que uma educação de qualidade é resultado de uma gestão de qualidade e assume que, quando a escola recebe a devida capacitação e aloca bem os recursos, comprometendo-se com o aprendizado do aluno e estimulando a integração dos diversos atores envolvidos no ambiente escolar, por meio dos incentivos corretos, é possível elevar o nível de proficiência média das turmas e reduzir as desigualdades educacionais.

O primeiro experimento “laboratorial” foi implementado em 2007, em 4 escolas públicas de São Paulo (Instituto Unibanco, 2008). Esta foi a fase de teste para estruturação da proposta, cujo desenvolvimento e construção do projeto ocorreu em conjunto com o sistema público. Na sequência, foi dado início à fase piloto, denominada 1ª geração do projeto, que foi realizada em duas etapas: a primeira, em 2008, envolvendo escolas das regiões metropolitanas de Belo Horizonte (MG) e de Porto Alegre (RS); a segunda, em 2010, no estado de São Paulo (na Região Metropolitana e no Vale do Paraíba) e na cidade do Rio de Janeiro. A partir de 2011, após a fase de validação e avaliação de impacto dos pilotos, para uma aplicação em maior escala, foi iniciada a disseminação de tecnologia, tornando-se política pública.

A parceria com o Ceará ocorreu em 2012 e beneficiou 100 escolas em todo o estado, conhecidas como escolas do Ciclo 1, que concluíram o ciclo completo do projeto em 2014. O critério de escolha das escolas desse ciclo foi baseado nos 50 melhores e 50 piores resultados do SPAECE de 2011 de várias CREDES e SEFOR³. Em 2013, participaram mais 123 escolas (Ciclo 2) que formam o grupo de tratamento do presente trabalho, juntamente com outras 25 escolas do grupo de controle.

Enquanto as escolas do primeiro ciclo foram escolhidas pelo seu desempenho (melhores e piores), a seleção das escolas do 2º Ciclo foi realizada por sorteio público, atendendo ao desenho de seleção aleatória contido no modelo de avaliação de impacto integrado ao projeto. O processo foi iniciado quando as escolas se inscreveram no projeto, aceitando a condição de que seriam escolhidas por sorteio e que poderiam não receber o tratamento. Antes do sorteio, as escolas foram agrupadas por características semelhantes⁴, a fim de garantir que os grupos de avaliação fossem os mais parecidos possíveis, condição necessária para gerar estimativas não enviesadas do impacto do projeto no final do período⁵. As escolas do grupo de controle

³ Coordenadorias Regionais de Desenvolvimento da Educação - CREDEs, entidades ligadas à SEDUC que dão apoio aos municípios de um determinado território. SEFOR refere-se à Superintendência das Escolas Estaduais de Fortaleza.

⁴ Os critérios de pareamento dos grupos foram: total de alunos no ensino fundamental, total de alunos no ensino médio, taxa de aprovação, taxa de reprovação, taxa de abandono, notas em língua portuguesa e matemática para as 3 séries do ensino médio (SPAECE), distância geográfica (latitude e longitude), e se existia biblioteca ou laboratório de informática ou de ciência (informação obtida com um dos responsáveis pelo setor de Pesquisas do IU). No Ceará, após os sorteios das escolas de cada grupo, a proporção entre tratamento e controle ficou em torno de 5:1, com as escolas que “sobraram” formando o grupo de controle.

⁵ É necessário informar que alguns parâmetros foram alterados na 2ª geração do projeto. Os repasses não seriam mais oriundos do IU, mas sim seriam repassados pelo MEC via ProEMI – PDDE (Programa Dinheiro Direto na Escola), com contrapartida do Estado, mas mantendo os mesmos percentuais, e a exigência de elaborar o plano estratégico. O estado assumiu os custos das bolsas de monitoria e tutoria (Entre Jovens) dos alunos. Os resultados de proficiência dos alunos seriam provenientes dos sistemas estaduais de avaliação e não mais elaborados pelo IU. O IU continuou atuando na assessoria técnica e formativa e no monitoramento do projeto.

concordaram em participar do processo, mediante a promessa de receberem o benefício depois de encerrado o ciclo de avaliação.

As escolas sorteadas passaram a receber o benefício, após assinatura de um termo de compromisso, onde assumiram, como contrapartida, a responsabilidade de elaborar e implementar o plano estratégico de melhoria de qualidade contendo todas as estratégias e ações que seriam executadas ao longo dos três anos de tratamento para alavancar os resultados da escola. Cada escola definiria sua própria matriz lógica, estabelecendo metas claras e objetivas, e seguindo o “Circuito de gestão”⁶ do projeto. O plano deveria ser construído de forma coletiva, com o apoio de técnicos da secretaria, agentes do PJF e supervisores dos respectivos CREDES ou SEFOR, e principalmente, com a participação do Conselho Gestor, formado por representantes da comunidade escolar (professores, alunos, coordenadores, pais e funcionários).

Segundo o Guia de Escolhas das Metodologias Jovem de Futuro de 2013⁷, as metodologias disponibilizadas são de dois tipos: i) *metodologias pedagógicas*: contribuem para o processo de aprendizagem, são elas, “Agente Jovem”, “Jovem Cientista”, “Entre Jovens” (1ª ou 3ª série/Língua Portuguesa ou Matemática), “Introdução ao Mundo do Trabalho”, “Entendendo o meio ambiente urbano” e “Valor do Amanhã na Educação”. ii) *metodologias de mobilização e articulação*: fomentam a participação comunitária e fortalecem o relacionamento com o entorno, incluem, “SuperAção na Escola”, “Monitoria”, “Campanha Estudar Vale a Pena”, “Sistema de Reconhecimento” e “Fundos Concursáveis”. Além das metodologias citadas, as escolas também tinham a liberdade de planejar atividades elaboradas pela própria escola, sem metodologia específica.

2.1 Estudos de Avaliação do Projeto Jovem de Futuro

Os estudos de avaliação de impacto do próprio grupo do projeto foram conduzidos por Barros et al (2012) e Barros et al (2016), cujos resultados atestam o impacto positivo do mesmo.

Barros et al (2012) realizaram uma avaliação parcial do projeto em Minas Gerais e Rio Grande do Sul, considerando as notas das avaliações diagnósticas e somativas⁸ aplicadas pelo Instituto Unibanco nos dois primeiros anos de implementação, mostrando que o impacto sobre o nível

⁶ Inspirado no modelo do PDCA, envolve os quatro passos do processo de melhoria contínua de produtos e serviços: P (plan=planejar), D (do=fazer), C (check=verificar) e A (act=agir). Considerado o cerne do modelo de Gestão por Resultados.

⁷ Instituto Unibanco, 2013.

⁸ A prova diagnóstica é aplicada antes da implementação do projeto, ou seja, é o teste de linha de base. A prova somativa é aplicada anualmente nas três séries, até o final do ciclo, para medir a evolução da aprendizagem. O modelo de prova segue a escala do SAEB e o formato de Teoria de Resposta ao Item (TRI).

de proficiência do grupo de tratamento foi significativamente maior que do grupo de controle nas duas disciplinas, com um incremento médio em torno de 15 a 20 pontos na escala SAEB. Os autores também evidenciaram que os investimentos em estratégias para aumentar a frequência dos professores tiveram efeitos positivos no desempenho dos alunos.

Quatro anos depois, Barros et al (2016) realizaram uma nova avaliação, desta vez, considerando as escolas dos grupos de avaliação da 1ª e 2ª geração e os resultados dos testes de proficiência dos sistemas estaduais de avaliação. O estudo identificou impactos positivos das escolas tratadas em todos os estados participantes. O impacto médio auferido foi de 5 pontos na escala de proficiência dos testes em Língua Portuguesa e em Matemática, variando entre 1 e 10 pontos nos estados, onde o Ceará apresentou a mesma variação que a média geral do estudo. Não foram encontradas evidências de efeitos heterogêneos entre os estados, exceto na Região Metropolitana de São Paulo. Vale destacar, que para as análises da 2ª geração as análises de efeitos foram realizadas tendo as escolas como unidades de medida, e não os alunos das mesmas, o que é um diferencial deste estudo.

Além das avaliações realizadas pelo Instituto Unibanco, na literatura acadêmica há outras pesquisas com abordagens variadas. Silva (2010) avaliou o impacto do PJJ nos estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul, após o seu primeiro ano de implementação, em 2008, com resultados significantes e positivos nas notas das duas disciplinas nos dois estados. Efeitos heterogêneos foram observados (turno, sexo, idade, leitura de livros, notas diagnósticas de cada disciplina etc.), onde o maior impacto ocorreu nas escolas e nos alunos de pior desempenho, evidenciando que houve redução da desigualdade na distribuição das notas dos estudantes da mesma escola.

Ferreira (2014) analisou o impacto nos estados de São Paulo (Região Metropolitana e Vale do Paraíba) e no Rio de Janeiro, na segunda fase do piloto, e também encontrou impactos positivos significantes para as duas disciplinas nas escolas tratadas das regiões do Vale do Paraíba (SP) e do Rio de Janeiro. A unidade de medida utilizada também foi a média por escola dos testes de proficiência aplicados pelo IU.

Takeuki (2014) investigou os canais de sucesso do PJJ, usando dados dos questionários socioeconômicos aplicados pelo IU, nos estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul, no período entre 2008 e 2010. Os resultados de clima escolar, a satisfação do aluno e a violência na escola foram as variáveis investigadas. Verificou-se que, além do aumento da proficiência, o projeto promoveu mudanças nas práticas pedagógicas, maior envolvimento dos professores, maior uso de recursos tecnológicos nas aulas, maior esforço (presença) e mais indicação de

livros. Os alunos, por sua vez, aumentaram o interesse pela leitura. Houve também melhora no clima escolar com redução de brigas e no consumo de drogas e bebidas pelos alunos.

Oliva (2014) mensurou o impacto do PJJ nas cinco áreas de implantação (MG, RS, RJ, SP e VP) da fase piloto sobre diversas variáveis de interesse, tais como, infraestrutura das escolas, atração de professores mais capacitados, rotatividade do docente e atração de alunos de escolas particulares em dois conjuntos de estimacões, um que utiliza a escola como unidade de análise e outro, que considera o par professor/escola. Não encontrando evidências relevantes em quaisquer desses itens, o autor concluiu que o projeto elevou o desempenho dos alunos, sem necessidade de alteracão dos insumos existentes.

Rosa (2015) avaliou o impacto do PJJ no desempenho dos alunos nos estados da primeira geracão do PJJ, após a conclusão de um ciclo completo em cada um desses estados, usando as notas individualizadas por aluno como variável dependente. O impacto auferido foi positivo e significativo nas duas disciplinas em todos os estados (exceto Minas Gerais), com destaque para o Rio de Janeiro. Foram observados efeitos heterogêneos relacionados às características das escolas, com efeitos mais intensos nas melhores escolas. O estudo também avaliou o impacto sobre as taxas de evasão e abandono das escolas tratadas, e observou que só nos estados da primeira fase do piloto (MG e RS) houve impacto positivo, ou seja, aqueles que estabeleceram metas para esses indicadores, concluindo que o projeto tem mais chance de ser efetivo quando há metas claramente estabelecidas.

Por último, Finamor (2017) investigou o impacto do projeto nas decisões individuais de investimento em capital humano, seja na escolha de continuar os estudos em uma universidade, seja optando por trabalhar no mercado formal, ou, decidindo fazer as duas coisas. Como fonte de dados utilizou as informações de mercado de trabalho disponíveis na RAIS (Relacão Anual de Informacões Sociais do Ministério do Trabalho), o Censo Escolar do Ensino Superior e os resultados do ENEM⁹ (Exame Nacional do Ensino Médio), por um período de até 5 anos posteriores à conclusão do Ensino Médio. O autor constatou impactos positivos do projeto nas notas do ENEM e maior acesso dos alunos tratados em universidades públicas. Foi também observado que o projeto contribuiu para diminuir a quantidade de jovens que só trabalham, aumentando aqueles que estudam *full-time* e trabalham/estudam.

⁹ O autor argumenta que os resultados dos exames elaborados pelo próprio Instituto, na fase piloto, embora seguissem a escala SAEB, são mais vulneráveis, não livres de viés, além disso, a participacão dos alunos nos testes foi amostral, por todas estas razões preferiu utilizar os resultados do ENEM como medida de proficiência dos estudantes e das escolas. Somente após 2012 (2ª geracão do PJJ), foram usados os resultados dos sistemas de avaliacaão estaduais para medir o desempenho das escolas.

À exceção da avaliação realizada por Barros *et al* (2016), nenhum dos estudos avaliou o impacto do PFJ nos estados da 2ª geração, nem especificamente o Ceará. Este estudo pretende somar-se a essa literatura com algumas contribuições: 1) estudo de caso (estado e ciclo); 2) base de dados oriunda do sistema estadual de avaliação (SPAECE), com notas individualizadas por aluno no período final e no primeiro ano do projeto; e 3) metodologia que permite investigar efeitos em diferentes percentis de distribuição.

3. DADOS E ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

3.1 Base de dados

Os dados utilizados para as análises de impacto são oriundos de duas grandes fontes. A primeira é composta pelos microdados do Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE), com os resultados individuais dos testes de proficiência dos estudantes em Língua Portuguesa e Matemática, e algumas características dos alunos e das turmas, formando a base principal, e, em outra base, as respostas aos questionários contextuais de alunos e diretores. A outra grande fonte contempla os microdados do Censo Escolar, com informações dos alunos (matrículas), professores e escolas, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP).

Adicionalmente, outras informações foram obtidas junto à coordenação do PJJ no Instituto Unibanco e na Secretaria de Educação do Ceará (SEDUC), bem como dos indicadores educacionais do INEP, que também foram usadas para a especificação dos modelos.

Os exames do SPAECE são realizados anualmente no Ceará desde 1992, pela SEDUC, e, a partir de 2004, passaram a ser universalizados para as escolas das redes estaduais e municipais do estado. Em 2013, o exame foi censitário para os alunos da 2ª e 5ª séries do Ensino Fundamental, do 1º ano do Ensino Médio e do EJA (EF e EM); e amostral, para as séries 9ª, do Ensino Fundamental, e 2ª e 3ª do Ensino Médio, contando com a participação de 659.669 estudantes. Em 2015, o exame foi censitário para todas séries (2ªEF, 5ªEF, 9ªEF, 1ªEM, EJA e 3ªEM), sendo que para o 3ª ano do Ensino Médio, participaram somente as escolas que participaram do grupo de avaliação do 2º Ciclo do ProEMI/JF (controle e tratamento). Nessa edição, 449 mil estudantes realizaram os exames em todo o estado. Os dados usados neste trabalho são referentes aos anos de 2013 e 2015, focando nos alunos que cursaram o 3º ano do Ensino Médio em 2015, cujos tratados completaram todo um ciclo de intervenção da política, ou seja, aqueles beneficiados pelo tratamento em dose completa.

O grupo de escolas da avaliação de impacto do 2º Ciclo do Ceará do PJJ foi formado por 150 escolas, sendo, 124 escolas que implementaram o PJJ de 2013 até 2015, compondo o grupo de tratamento, e 26 escolas remanescentes do último sorteio de seleção das escolas participantes, que formaram o grupo de controle. Cabe ressaltar que nos estados da 2ª geração não foram aplicados testes pré-tratamento, e todo o processo de monitoramento e avaliação do projeto pelo IU foi baseado nos resultados por escola dos exames de proficiência dos sistemas de avaliação estaduais, onde, no Ceará, foram consideradas as médias dos alunos por escola no SPAECE, tanto para a linha de base (2012), quanto ao final do tratamento (2015), visto que a aleatorização foi realizada em *clusters*, ou seja, por escola, e não por aluno.

Na Tabela 1 é possível conhecer o número de estudantes nas escolas participantes do grupo de avaliação do projeto (controle e tratamento). Em 2013, no primeiro ano de implementação do Ciclo 2 no Ceará, o Censo Escolar registrou 37.393 estudantes matriculados nas escolas do grupo de avaliação na 1ª série do Ensino Médio Regular, dos quais, 79% foram avaliados nos exames do SPAECE nessa etapa. Em 2015, período esperado para a conclusão do Ciclo 2, havia 24.046 estudantes matriculados na 3ª série do ensino médio nessas escolas e 85% desse total realizaram os testes de proficiência. Esse percentual foi o mesmo para o grupo de controle e para o grupo de tratamento.

Tabela 1: Quantitativo de alunos e escolas nos anos inicial e final do PROEMI/JF-Ceará

	2013					2015				
	Nº de Escolas (A)	Nº de alunos EM Reg. (B)	Alunos 1ª Série (C)	SPAECE 1ª série (D)	% (D)/(C)	Nº de alunos EM Reg. (E)	Alunos 3ª Série (F)	% (F)/(C)	SPAECE 3ª série (G)	% (G)/(F)
Total	148	94.991	37.393	29.585	79	85.082	24.046	64	20.380	85
Tratamento	123	76.335	29.861	23.687	79	68.012	19.262	65	16.302	85
Controle	25	18.656	7.532	5.898	78	17.070	4.784	64	4.078	85

Notas: Fontes SPAECE e Censo Escolar. (A) Total de escolas participantes do ProEMI/JF no Ceará (B) Total de alunos matriculados nas etapas 25 a 27(ensino Médio Regular) nas escolas do grupo de avaliação do ProEMI/JF e registrados no Censo Escolar 2013; (C) Total de alunos matriculados na 1ª série do Ensino Médio (etapa 25) nas escolas do grupo de avaliação do ProEMI/JF e registrados no Censo Escolar 2013; (D) Total de alunos da 1ª série do EM avaliados no SPAECE 2013; (E) Total de alunos matriculados nas etapas 25 a 27(ensino Médio Regular) nas escolas do grupo de avaliação do ProEMI/JF e registrados no Censo Escolar 2015; (F) Total de alunos matriculados na 3ª série do Ensino Médio (etapa 25) nas escolas do grupo de avaliação do ProEMI/JF e registrados no Censo Escolar 2015; (G) Total de alunos da 3ª série do EM avaliados no SPAECE 2015, com questionário contextual respondido.

É interessante observar que o número de estudantes que cursavam a 3ª série em 2015 corresponde a apenas 64% do total de alunos que cursaram a 1ª série dois anos antes. Rosa (2015) também apontou um movimento similar, mostrando uma redução ainda mais significativa nos estados da primeira geração do PJJ, deduzindo que esse atrito é comum nas escolas públicas do ensino médio no país. Os motivos para que os estudantes não cheguem até o final do ciclo no período esperado são diversos. Alguns alunos podem ter sido reprovados ou transferidos para outras escolas, outros estados ou outras etapas, como o EJA, por exemplo; outros, podem ter evadido ou abandonado os estudos ao longo dos três anos desse ciclo de ensino. Barros *et al* (2017) mostra que 40% dos jovens de 17 anos estavam fora da escola em 2015, percentual quatro vezes maior que o da população de 15 anos.

Para este estudo de avaliação de impacto será acompanhado o coorte de alunos considerados participantes do experimento, isto é, os estudantes das escolas dos grupos de tratamento e controle que estavam matriculados na 3ª série do ensino médio em 2015 e participaram dos três anos de intervenção do Ciclo 2, ou seja, os alunos do grupo de avaliação que realizaram os testes de proficiência no SPAECE da 3ª série do ensino médio em 2015, e que cursaram as escolas do mesmo grupo (tratamento ou controle), com resultados de desempenho no SPAECE 2013. A abordagem adotada foi “de trás para frente”, e se optou por considerar o ano de 2013 como a linha de base (período pré-tratamento), pois, conforme informado pelo Instituto Unibanco (2015a), o Ceará não apresentou resultado de impacto do projeto estatisticamente significativo no primeiro ano de implementação (no período de 2012 a 2013), como testaremos mais adiante.

Esta foi a mesma linha de raciocínio utilizada por Barros *et al* (2016), em sua avaliação do PJJ, para estimar o impacto mais próximo do que ele chamou de “impacto pleno” do projeto, ou seja, aquele medido depois de o estudante cursar as três séries do ensino médio, que é o ciclo completo. Sendo impossível garantir que todos os estudantes tenham passado pelos três anos do ensino médio sem reprovação, definiu-se uma amostra que assegurasse que os estudantes estariam pelo menos três anos expostos ao tratamento, independentemente da série que estavam cursando no primeiro ano de implementação do projeto.

Com o código de identificação INEP dos 20.380 alunos que realizaram os testes do SPAECE em 2015, foi possível cruzar os dados com as informações do Censo Escolar de 2015, do SPAECE 2013 e com as respostas dos questionários contextuais de 2015, a fim de rastrear as características do aluno e obter os resultados individuais de 2013, garantindo que as informações sejam referentes aos mesmos indivíduos da fase inicial. Em 2013, foram rastreados

todos os alunos matriculados nas escolas do grupo de avaliação (controle e tratamento) do 2º Ciclo, mesmo que não estivessem cursando a 1ª série; sendo possível que este aluno estivesse cursando a 2ª ou 3ª séries naquele ano e reprovado no ano seguinte. O fundamental era que esse aluno tenha sido exposto ao projeto a partir do ano base e estivesse matriculado no ensino médio regular em 2015. Por essa metodologia, foram incluídos os casos em que o aluno iniciou o ciclo em uma escola e concluiu em outra, porém em escolas participantes do mesmo grupo (controle ou tratamento) do 2º Ciclo de implementação. Convém esclarecer que uma escola do grupo de tratamento foi municipalizada durante a fase de avaliação. Além desta, uma escola do grupo de controle não fez os exames de proficiência em 2015, por isso, as duas escolas não fizeram parte da amostra.

Além dos casos de estudantes que não chegaram à 3ª série do ensino regular no grupo de avaliação, uma outra fonte de atrito foi a grande quantidade de inconsistências nos dados individualizados (ex. mesmo código para alunos diferentes, alunos sem código INEP, mesmo aluno com códigos diferentes ou mais de um resultado de proficiência para um mesmo aluno, dentre outras), o que demandou um grande esforço e atenção na fase de tratamento dos dados. Desta forma, do total de alunos da 3ª série avaliados no SPAECE em 2015, 14.945 observações foram rastreadas, contendo informação das notas do ano inicial e com informações obtidas do Censo Escolar. Esses dados compõem a base amostral utilizada neste estudo. A amostra corresponde a 62% do universo de estudantes matriculados na 3ª série das escolas do grupo de avaliação e 73% dos alunos avaliados, mesmo percentual entre os grupos de controle e tratamento, conforme ilustrado na Tabela 2. É necessário ressaltar que esse atrito, sendo igual para os dois grupos, reduz o problema de desbalanceamento da amostra. No entanto, demanda-se um controle para as características específicas dos alunos, mesmo tendo-se um plano experimental de avaliação.

Tabela 2: Base de Dados do Estudo

	Total	Tratamento	Controle
Nº de escolas	148	123	25
Total de alunos 3ª Série – 2015	24.046	19.262	4.784
Alunos Avaliados no Spaece 2015 (3ª EM)	20.380	16.302	4.078
Alunos com notas rastreadas em 2013 e código de identificação do Censo Escolar	14.945	11.934	3.011
Alunos rastreados x total de alunos da 3ª serie (%)	62%	62%	63%

Notas: Elaboração própria, a partir do SPAECE e Censo Escolar.

3.2 Análise das estatísticas descritivas

Os dados referentes ao rendimento dos exames de Língua Portuguesa e Matemática do SPAECE nos anos de 2013 (pré-tratamento) e 2015 (pós-tratamento) podem ser vistos na Tabela 4 abaixo. Observa-se um incremento de 2% na nota média de Língua Portuguesa dos estudantes das escolas de tratamento, enquanto nas escolas de controle, não se verificou nenhuma variação, apesar de estas terem apresentado uma nota média maior em 2013.

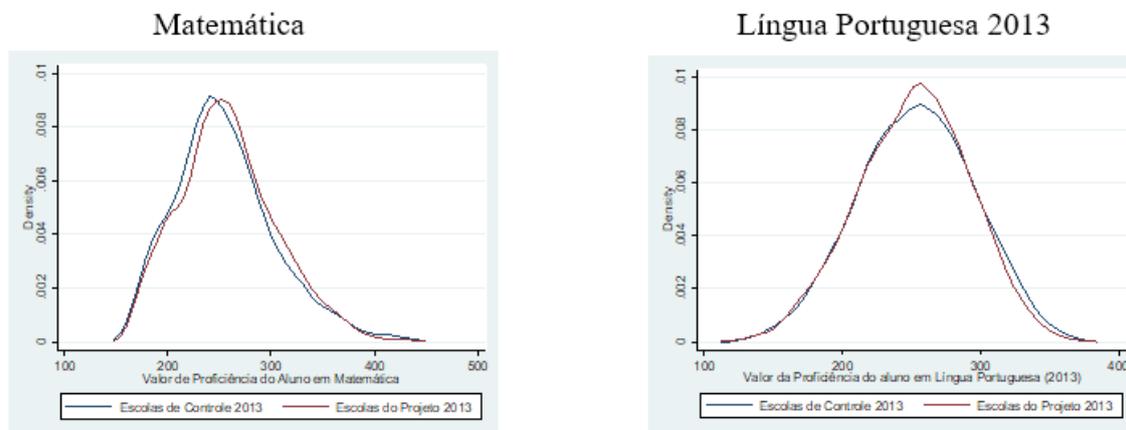
Tabela 3: Estatísticas das notas do SPAECE - Língua Portuguesa e Matemática (2013 a 2015)

Estatísticas	Língua Portuguesa						Matemática					
	C(0)	C(1)	Var.% (C1/C0)	T(0)	T(1)	Var.% (T1/T0)	C(0)	C(1)	Var.% (C1/C0)	T(0)	T(1)	Var.% (T1/T0)
Mínimo	131,17	139,29	6	117,62	140,55	19	143,97	154,26	7	142,7	153,62	8
Máximo	371,83	391,01	5	379,32	387,24	2	429,71	444,08	3	430,16	443,37	3
Média	253,26	253,58	0	251,52	256,01	2	250,73	255,19	2	250,83	258,39	3
Desvio padrão	42,21	49,40		40,91	46,39		47,90	48,99		46,37	47,71	

Fonte: SPAECE 2013 e 2015 Notas: C refere-se aos resultados dos alunos das escolas do grupo de controle e T, aos resultados dos alunos das escolas do grupo de tratamento, nos períodos (0) e (1), ou seja, 2013 e 2015.

Observando-se as médias das notas no ano base de 2013 (primeiro ano) dos grupos de controle e tratamento (C(0) e T(0)), nota-se uma igualdade das mesmas o que mostra que a perda de informações transversais não comprometeu o processo de distribuição aleatória dos beneficiados, mesmo tendo ocorrido ao nível das escolas, e não de alunos. Ou seja, no ano base de avaliação temos controle e tratamento com mesmo resultado potencial, o que também foi constatado pela análise gráfica das distribuições Kernel das notas de matemática e de português (Figura 1), e do teste de Kolmorov-Smirnov (KS)¹⁰.

Figura 1: Distribuição notas de Língua Portuguesa e Matemática 2013



Fonte: Dados da pesquisa. Elaboração própria

¹⁰ Para a nota de português o teste KS de dominância do grupo de controle apresentou valor de 0,0231 não sendo significativa a qualquer nível. Para a nota de matemática o teste apresentou valor de 0,0265 com significância apenas de 10%.

Dado o potencial efeito do atrito, optou-se por utilizar uma metodologia de avaliação que controle para as condições iniciais e outros fatores, e que consiga identificar efeitos heterogêneos ao longo da distribuição das notas.

4. ESTRATÉGIA EMPÍRICA

Uma vez que os grupos de tratamento e controle foram definidos por seleção aleatória, a equação utilizada para a estimação do impacto poderia ser dada por:

$$Y_i = \alpha + \beta T_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

Onde Y_i representa os resultados individuais dos alunos (i) nos testes de proficiência em língua portuguesa ou matemática, T_i é a *dummy* de tratamento, que assume valor igual a 1 se o aluno pertencer à escola que recebeu o projeto e igual a zero, se pertencer ao grupo de controle e ε_i é o erro estocástico. Contudo, este modelo de regressão por mínimos quadrados ordinários (MQO) mede apenas o efeito médio do tratamento, e o interesse deste estudo é captar o impacto do projeto nos pontos distintos da distribuição dos níveis de desempenho educacional dos estudantes, portanto, propôs-se a utilizar o método de regressão quantílica (QR).

A regressão quantílica foi introduzida por Koenker e Bassett (1978) para estudar o comportamento de indivíduos “não médios”, permitindo que as funções quantílicas condicionais sejam estimadas, gerando modelos específicos para cada quantil da distribuição da variável dependente contínua, dadas as variáveis explicativas, determinando, assim, várias retas para os diferentes quantis. Nesse aspecto, a QR é uma extensão de um modelo linear, que vai além do MQO, pois este, segundo os autores, é extremamente sensível a influência dos extremos, o que o torna um estimador fraco para as distribuições não normais, principalmente se caracterizadas por caudas longas. A QR, portanto, possui uma série de vantagens em relação ao MQO por avaliar a distribuição completa, explorando melhor a heterogeneidade dos dados e a presença de *outliers*, especialmente nos casos de violação das suposições do modelo tradicional, como a heterocedasticidade e a ausência de normalidade do termo de erro, permitindo trabalhar com variáveis mais realistas.

No presente contexto a forma funcional do modelo linear a ser estimado para cada quantil é dado por:

$$Y(\tau) = a(\tau) + \beta T(\tau) + \varphi Y_{i(t-1)}(\tau) + \delta_j X(\tau) \quad (2)$$

Onde X' é o vetor de variáveis de controle ou explicativas, que retrata algumas características dos estudantes, turmas, escolas, diretor e professores no início e no final do ciclo de avaliação, e, Y_{t-1} , as notas defasadas (do primeiro ano em 2013) dos alunos. Os parâmetros da regressão são estimados para cada um dos quantis (τ) selecionados

No Quadro 1, abaixo, apresentamos uma descrição das variáveis utilizadas no modelo, não apenas as variáveis dependentes e as indicadoras de impacto, mas também aquelas de controle, dado que existe um potencial problema de atrito:

Quadro 1: Variáveis do Modelo

Variáveis dependentes		
<i>Nome Variável</i>	<i>Descrição</i>	<i>Fonte</i>
nota_MT2015	Nota de Matemática do aluno <i>i</i> em 2015	SPAECE 2015
nota_LP2015	Nota de Língua Portuguesa do aluno <i>i</i> em 2015	SPAECE 2015
Variável de Tratamento (T)		
Tratado	<i>Dummy</i> : indica se o aluno está matriculado no grupo de tratamento (1) ou controle (0)	IU/SEDUC
Notas defasadas (Y_{t-1})		
nota_LP_2013	Nota de língua portuguesa do aluno <i>i</i> em 2013	SPAECE 2013
nota_mat_2013	Nota de matemática do aluno <i>i</i> em 2013	SPAECE 2013
Variáveis Explicativas (X')		
duracao_turma	Tempo de aula por dia (em minutos)	Censo Escolar 2015
Idade_aluno	Idade do aluno em 2015	Censo Escolar 2015
noturno_2015	<i>Dummy</i> : turno das aulas em 2015 igual a 1 se noturno e igual a 0 se for outros	SPAECE 2015
nivel_complex	Indica o nível de complexidade de gestão da escola (indicador INEP - range 1 a 6)	INEP 2015
mae_estudou	<i>Dummy</i> : indica se a mãe concluiu o ensino médio e superior (1) ou se concluiu até ensino fundamental (0) em 2015.	SPAECE contextual aluno 2015
exper_diretor	<i>Dummy</i> : indica se o diretor tem mais de 5 anos de experiência na função de diretor (1) ou não (0)	Censo Escolar 2015
Homem	<i>Dummy</i> : indica se o aluno é do sexo Masculino (1) ou Feminino (0).	Censo Escolar 2015 e SPAECE
recebe_bf	<i>Dummy</i> : indica se a família do aluno recebe Bolsa Família (1) ou não (0)	SPAECE contextual aluno 2015
sem_pos_MT ou sem_pos_LP	<i>Dummy</i> : indica se o professor de Matemática ou Língua Portuguesa da turma do aluno não tem nenhuma pós-graduação (1) e se tem (0)	Censo Escolar 2015
exper_prof_MT ou exper_prof_LP	<i>Dummy</i> : indica que o professor de Matemática (MT) ou de Língua Portuguesa (LP) da turma do aluno tem mais de 10 anos de graduação (1) ou não (0)	Censo Escolar 2015
FORTALEZA	<i>Dummy</i> : indica se a escola se localiza no município de Fortaleza (1) ou não (=0)	Censo Escolar 2015

Fonte: Dados da pesquisa. Elaborado pela autora.

Estas variáveis foram escolhidas por serem tradicionalmente usadas em pesquisas empíricas e visam melhorar a identificação do efeito de tratamento. A inclusão das notas defasadas do aluno nas duas disciplinas é importante para isolar o efeito das características individuais não observáveis do aluno. Silva (2012), Rosa (2015) e Finamor (2017) também usaram as notas do ano base (diagnósticas) nos seus modelos.

Por outro lado, a inclusão de variáveis de controle em regressões quantílicas compromete o uso dos parâmetros β na regressão quantílica (2). Este mesmo torna-se um indicador de impacto condicionado aos controles o que desvia um pouco da teoria dos resultados potenciais aplicados a modelos quantílicos que deveriam capturar efeitos de tratamentos não condicionados por quantil.

$$QTE = Y_i^T(\tau) - Y_i^C(\tau) \quad (3)$$

Neste aspecto, Firpo et al (2009) estabeleceram um modelo para estimar efeitos de tratamento não condicionados em regressões quantílicas. Este é baseado em uma extensão do conceito *de Influence Function* renominada de *Recent Influence Function* que é dada por:

$$RIF(y; q_\tau) = \frac{\tau - I[Y \leq q_\tau]}{f_Y(q_\tau)} \quad (4)$$

Onde q_τ é o valor do percentil τ , $f_Y(q_\tau)$ é a função de densidade medida no percentil amostral τ , e I é uma variável dicotômica que possui o valor igual a 1 quando o valor de Y é menor que q_τ , e 0 de outra forma. O estimador da regressão quantílica não-condicionada é então definido como o vetor de coeficientes que seguem da regressão linear do RIF nas variáveis independentes (X):

$$RIF(Y; \tau) = X\beta^{UQR} + \varepsilon \quad (5)$$

Como as variáveis explicativas não entram na função de transformação (4), a interpretação dos coeficientes estimados β^{UQR} , e em particular o do efeito de tratamento, não variam conforme a especificação do modelo com mais ou menos variáveis de controle. Desta forma, os estimadores produzem coeficientes que correspondem ao efeito de tratamento no percentil τ , independente do conjunto de convariáveis. Na prática a dificuldade maior está em estimar a função densidade de Y , o que normalmente é feito por estimadores de kernel não paramétricos.

Este trabalho contrasta estimadores de efeitos do PFJ tanto em regressões condicionadas (Koenker e Bassett (1978)), quanto não-condicionadas (Firpo et al (2009)). Este procedimento também foi utilizado em Maclean et al (2014) e Caro e Valcarcel (2016), dado que ambos os

estimadores são não viesados em modelos bem especificados, e apenas diferem quanto as suas interpretações¹¹.

5. RESULTADOS

5.1 Impacto do PJJ nos testes de Proficiência no Ceará

Os efeitos de todas as variáveis explicativas extraídas do modelo quantílico condicional estão expostos no apêndice (Tabelas 7 e 8), que também incluem os estimadores de mínimos quadrados ordinários (MQO) para fins de comparação. Os resultados de impacto obtidos nestes últimos de 5 pontos em Matemática e 4,2 pontos em Português são compatíveis com a média achada por Barros et al (2016) para o Ceará¹².

Os efeitos específicos de tratamento do programa em todos os quantis e para os modelos de Koenker e Bassett (1978) e de Firpo et al (2009), estão separados na Tabela 4 abaixo, onde se observa que o efeito médio encontrado nos modelos de MQO não se replicam ao longo dos quantis de distribuição, tanto na prova de Matemática quanto de Português.

Entre os modelos quantílicos encontramos valores pontuais diferenciados como esperado e evidenciado em outras análises (Maclean et al (2014) e Caro e Valcarcel (2016)). Nas duas especificações, no entanto, é possível observar uma tendência de efeitos crescentes com os quantis de distribuição na nota de matemática, e decrescentes na nota de Português. Ou seja, com o programa os alunos mais defasados em Português acabaram recebendo um maior impacto de mudança, enquanto que os melhores alunos em matemática foram quem tiraram proporcionalmente maior proveito do programa, embora nas estimativas com o modelo não-condicionado não houve impacto para o quantil 90 tanto em Português quanto em Matemática.

¹¹ Os modelos foram estimados no pacote Stata 13 utilizando o pacote de programação “ivqte” produzido por Frolich e Melly (2010).

¹² Vale destacar que o SPAECE é baseado na Teoria da Resposta ao item, e sua escala vai de 0 a 500.

Tabela 4 - Efeitos de Tratamentos do Programa Jovem de Futuro por Metodologia de Regressão Quantílica

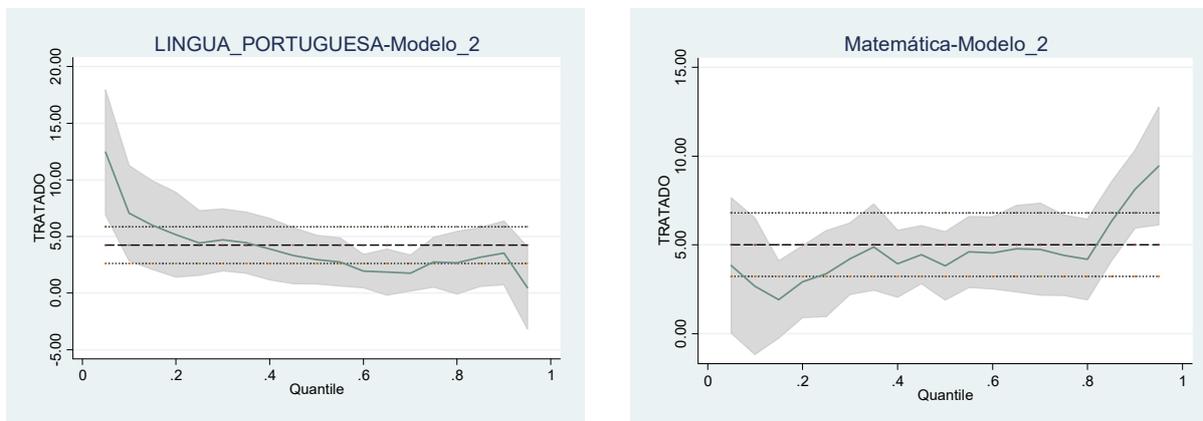
	Quantil de distribuição				
	10%	25%	50%	75%	90%
Notas de Matemática					
Koenker e Basset (1978)	2,671 (1,914)	3,381** (1,192)	3,819** (1,042)	4,417** (1,126)	8,137** (1,466)
Firpo et al (2007)	4,407** (1,822)	5,129*** (1,63)	6,214** (1,664)	7,245** (2,232)	2,651 (3,157)
Notas de Português					
Koenker e Basset (1978)	7,059** (1,894)	4,4216** (0,985)	2,950** (0,994)	2,728** (1,009)	3,547** (1,423)
Firpo et al (2007)	9,653** (2,325)	6,054*** (2,205)	7,395** (2,086)	1,103 (1,870)	-1,395 (2,02)

Fonte: Dados da pesquisa. Elaboração da autora. Nota: a) os valores em parênteses referem-se aos erros padrão; b) Regressão quantílica estimada com 100 replicações de *bootstrap* e fixação de semente aleatória.; c) legenda: * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

Esta tendência diferenciada de movimento do efeito de tratamento ao longo dos quartis, pode ser mais facilmente observada quando diminuimos a análise ao nível dos percentis e colocamos no gráfico os seus respectivos efeitos (Figura 2)¹³. Estes estão representados pela linha contínua enquanto que a área sombreada são seus respectivos intervalos de confiança. A linha horizontal tracejada no centro em preto representa a estimativa por MQO e as linhas horizontais mais claras demarcam o seu respectivo intervalo de confiança.

¹³ Estimativas através do modelo de regressão quantílica condicionado.

Figura 2: Estimativas dos coeficientes da variável "tratada" por percentil de distribuição



Fonte: Dados da pesquisa. Elaboração da autora

Este perfil de efeitos nas duas notas revelam uma tendência de diminuição das desigualdades entre alunos em Português, mais um aumento na disciplina de Matemática. Parece existir uma dificuldade maior para aumentar o aprendizado dos alunos nas faixas mais baixas das notas de Matemática que de Português, fato que pode estar relacionado com funções cognitivas diferenciadas, o que reflete também em suas produtividades. Cunha e Heckman (2007) afirmam, que quando a habilidade cognitiva dos estudantes é muito baixa, a produtividade marginal do investimento, caso realizado apenas na adolescência, também é baixo, ao contrário do investimento realizado nos estágios iniciais da vida escolar do estudante, que contribuem mais efetivamente para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, entre elas, o raciocínio lógico, e favorecem o aprendizado nos estágios superiores de questões mais complexas.

A relevância da magnitude do impacto do PJJ é apresentada por Barros et al (2016), onde mostram que 5 pontos na escala SAEB correspondem a 15% do desvio padrão dos resultados de proficiência no país, na ordem de 33 pontos, um impacto maior que o de estudar com um professor mais experiente (10%). Os autores ressaltam ainda que entre 2003 e 2013 somente quatro unidades da federação elevaram a proficiência do Ensino Médio público em 5 pontos, ou seja, o projeto teve desempenho melhor que o obtido por 85% dos estados brasileiros em 10 anos. Jacob e Lefgren (2004) observam que a adoção de uma política de recuperação do aluno pela escola por meio de reforço, causa um impacto de 10 a 14% de um desvio padrão, percentuais próximos aos auferidos pelo projeto. No contexto educacional do Ceará, o impacto médio é relativamente menor, em vista da maior variabilidade dos dados, contudo, ainda sim, pode ser considerado relevante, por situar-se entre 7% e 17% de um desvio padrão nos quantis, e média entre 10 e 11%. Os resultados

de avaliação do Banco Mundial, realizada por Bruns, Costa e Cunha (2017), para uma intervenção recente, envolvendo mudanças na supervisão e práticas pedagógicas em alunos de Ensino Médio do Ceará, tiveram impacto de 5% desvio padrão em Português e 8% desvio padrão em Matemática, também coerentes com o impacto do PJJ.

CONCLUSÃO

Os resultados da avaliação de impacto do PJJ no Ceará corroboram achados das avaliações anteriores, atestando que o projeto contribuiu para aumentar as habilidades cognitivas dos alunos. Partindo de uma análise quantílica para identificar os efeitos heterogêneos do projeto nos diversos quartis de distribuição dos escores dos alunos, foi possível observar que eles são distintos nas duas disciplinas. Em Matemática, os efeitos são maiores nos quartis mais altos da distribuição, enquanto que em Língua Portuguesa nos quartis inferiores. Este resultado atesta o uso de modelos que assegurem efeitos heterogêneos, como também reforça a hipótese de efeitos diferenciados para distintas funções cognitivas de aprendizado.

A intervenção do programa neste caso, embora esteja sendo positiva em média para todos os alunos está levando a um perfil de desempenho com mais desigualdade em matemática, e tendência de agrupamento em Português. A maior dificuldade entre os que mais necessitam no caso de matemática já advém do ensino fundamental. Enquanto o desempenho insuficiente¹⁴ nesta disciplina abarca 32,2% dos alunos do nono ano que fizeram a Prova Brasil 2015, na prova de Português esta classificação envolve 18,7% dos mesmos. Juntamente com o menor efeito de absorção da política, este resultado aponta para uma necessidade de mudança tecnológica e focalização do ensino de matemática que pode demandar mudanças em nível e no tipo de serviços (metodologias) de intervenção utilizados na escola.

No caso do Programa Jovem de Futuro, parece haver a necessidade de dar mais peso às intervenções que melhoram a atratividade, a capacitação de ensino, os recursos de aprendizagem, e os incentivos específicos para esta disciplina. Embora o programa cubra todas estas tarefas com metodologias pedagógicas como grupos de estudos de contraturno (“Entre jovens – Matemática”) e monitorias (“Bolsa de Monitoria”); e metodologias de incentivos ao engajamento de alunos e professores (SuperAção na Escola”, “Fundos Concursáveis” e “Campanha Estudar Vale a Pena”), é preciso intensificar esforços para mudança tecnológica de conteúdo e forma. Neste sentido, é

¹⁴ Alunos com notas inferiores a 225 pontos na escala Prova Brasil.

importante complementar este estudo com outros que focam na intensidade e na qualidade de implementação dos sub-programas que compõem do PJF.

Outro aspecto importante de referência do programa é seu planejamento experimental com escolas aceitando participar de grupos de controle e tratamento por ordem de sorteios aleatórios, o que confere boa prática de avaliação ex-post. No entanto, ainda se verificou uma perda de informações considerável entre anos de avaliação quando o nível de informação é o aluno. Neste caso, um processo de identificação dos alunos mais simples entre anos/pesquisas, nas bases de informações dos sistemas de avaliações estaduais, e compatível com as outras bases de informações nacionais, aumentaria substancialmente as possibilidades de análises e conseqüentemente, as possibilidades de monitoramentos e sugestões.

Finalmente, um dos principais aspectos do PJF é sua capacidade de replicação em larga escala nas escolas públicas o que foi delineado pelo MEC em um formato de parceria público-privada com o nome de Programa Ensino Médio Inovador/ProEMI. Este programa tem por objetivo apoiar os sistemas estaduais para o desenvolvimento de propostas curriculares inovadores voltadas para promover a formação integral dos estudantes, sua permanência na escola, e o protagonismo juvenil. Espera-se, no entanto, que as contrapartidas ao estado (compromissos com resultados) sejam tão ou mais incentivadas que as vinham ocorrendo nos compromissos com o terceiro setor.

REFERÊNCIAS

BARROS, R. P. de; FRANCO, Samuel; CARVALHO, Mirela de; ROSALEM, Andressa. **Impacto do Projeto Jovem de Futuro**. Estudos em Avaliação Educacional, vol. 23, n.51, p. 214-226, 2012.

BARROS, R. P. de; MENDONÇA, Rosane, FRANCO, Samuel, ROSA, Gabriela. **Impacto do Projeto Jovem de Futuro sobre a Aprendizagem em Escolas Públicas**. São Paulo: Instituto Unibanco, 2016. Disponível em <http://iuportalhmg.azurewebsites.net/observatorio/wp-content/uploads/sites/>. Acesso em 20/04/2017

BARROS, R. P.; FRANCO, S.; Gall, G.; GARCIA, B.; MENDONÇA, R. **Políticas públicas para redução do abandono e evasão escolar de jovens**. São Paulo: Fundação Brava, Instituto Unibanco, Insper, Instituto Ayrton Senna. 2017. Disponível em <http://gesta.org.br/wp-content/uploads/2017/09/Pol%C3%ADticas-p%C3%ABlicas-para-a-redu%C3%A7%C3%A3o-do-abandono-e-evas%C3%A3o-escolar-de-jovens.pdf>

BRUNS, B., COSTA, L. e CUNHA, N. **Through the Looking Glass. Can Classroom Observation and Coaching Improve Teacher Performance in Brazil?** Policy Research Working Paper 9156, World Bank. Washington: World Bank, 2017.

CARO, A.R.; TORRES, L.V.; E VALCARCEL, B.L. Unconditional quantile regressions to determine the social gradient of obesity in Spain 1993-2014. *International Journal for Equity in Health* 15. 2016.

CUNHA, F. e HECKMAN, J. **The technology of skill formation**, *American Economic Review*, vol.97, n. 2, p-31-47, May 2007.

FERREIRA, Rafael. **Alocação de recursos financeiros e a função de produção escolar**, Dissertação (Mestrado em Economia) – Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2014.

FINAMOR, Lucas. **Quality of education and human capital decisions: experimental evidence from Brazil**. Dissertação (Mestrado em Economia de Empresas) - Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2017

FIRPO, S., FORTIN, NM, e LEMIEUX, T. **Unconditional Quantile Regressions**. *Econometrica*, v 77 n.3 2009.

FROLICH, M. E MELLY, B. **Estimation of quantile treatment effects with Stata**. *The Stata Journal*, 10, n.3 2010.

INSTITUTO UNIBANCO. **Guia de Escolha das Metodologias Jovem de Futuro - PROEMI/JF 2013**. São Paulo: Instituto Unibanco, 2013a. Disponível em <https://pt.slideshare.net/kemkefaz/guia-metodologia-formao-19-e-2003>.

JACOB, B.A. e LEFGREN, L. **Remedial education and student achievement: a regression-discontinuity analysis**. *The Review of Economics and Statistics*, vol. 86, issue 1, p.226-244, 2004.

KOENKER, R. e BASSET, G. Jr. **Regression quantiles**. *Econometrica*; vol. 46, n.1, p 33-50, January 1978.

MACLEAN, J.C.; WEBBER, D. A. e MARTI, J. **An Application of Unconditional Quantile Regression to Cigarette Taxes**. *Journal of Policy Analysis and Management* v. 33, n. 1. 2014.

OLIVA, Bruno. T. **Impacto do Projeto Jovem de Futuro nas escolas e professores**. In: Três Ensaio de Economia de Educação. Tese (Doutorado em Economia) - Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2014.

ROSA, Leonardo S. N. **Avaliação de impacto do Programa Jovem de Futuro**. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SILVA, Samara P. Roriz. **Análise dos efeitos de programas educacionais: O caso Projeto Jovem de Futuro do Instituto Unibanco**. Dissertação (Mestrado em Economia) - Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2010.

TAKEUTI, Carina **Os efeitos da gestão escolar com autonomia financeira**. Dissertação (Mestrado em Economia) - Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2014 (ok).

APÊNDICE

Tabela 4: Impacto do Projeto na proficiência em Matemática - Modelo com controles

	Reg.Linear	RQ - Modelo com Variáveis de Controle por Quantil (2)				
	(1)	10%	25%	50%	75%	90%
Tratado	5,010* (0,903)	2,671 (1,914)	3,381** (1,192)	3,819*** (1,042)	4,417*** (1,126)	8,137*** (1,466)
nota_mat_2013	0,498* (0,010)	0,366*** (0,021)	0,450*** (0,015)	0,527*** (0,013)	0,558*** (0,014)	0,563*** (0,015)
nota_LP_2013	0,210* (0,012)	0,220*** (0,029)	0,231*** (0,016)	0,220*** (0,015)	0,204*** (0,015)	0,1813*** (0,017)
duracao_turma	0,087* (0,010)	0,079*** (0,024)	0,079*** (0,013)	0,096*** (0,012)	0,081*** (0,012)	0,068*** (0,012)
Idade	-0,696* (0,136)	-0,592* (0,287)	-0,543* (0,250)	-0,534** (0,186)	-0,681*** (0,161)	-0,779*** (0,199)
noturno_2015	-2,851* (1,146)	-0,800 (2,546)	-2,260 (1,537)	-1,952 (1,428)	-3,493** (1,336)	-6,424*** (1,824)
nivel_complex	-0,608 (0,560)	-0,277 (1,042)	-0,539 (0,717)	-0,905 (0,721)	-0,558 (0,617)	-0,323 (0,915)
mae_estudou	0,209 (0,884)	-0,516 (1,552)	0,602 (1,114)	-0,449 (1,021)	0,617 (1,041)	2,702 (1,491)
exper_diretor	-0,0331 (0,736)	0,258 (1,270)	0,780 (1,002)	-0,0045 (0,843)	0,792 (0,857)	-0,029 (1,133)
Homem	3,892* (0,753)	-0,296 (1,304)	2,254* (1,961)	4,028*** (0,844)	5,742*** (0,943)	7,550*** (1,153)
recebe_bf	1,376 (0,756)	2,272 (1,332)	2,888** (0,931)	0,7308 (0,843)	0,310 (0,860)	2,437 (1,266)
Fortaleza	-5,542* (0,955)	-7,984*** (1,466)	-6,094*** (1,252)	-5,704*** (1,222)	-4,082*** (1,196)	-2,853* (1,452)
sem_pos_MT	-0,178 (0,785)	1,124 (1,371)	-0,911 (1,057)	-0,000 (0,936)	0,042 (1,074)	-0,173 (1,262)
exper_prof_MT	0,255 (0,78)	0,300 (1,411)	1,063 (1,114)	0,904 (0,900)	-0,914 (1,097)	-1,076 (1,297)
Constante	68,85* (5,462)	52,92*** (10,17)	50,46*** (7,838)	56,29*** (5,733)	80,37*** (5,791)	106,20*** (6,765)
R2	0,418	0,146	0,194	0,238	0,292	0,317
P-valor F	0,000					
N.obs.	10.747					

Nota: a) os valores em parênteses referem-se ao erro padrão; b) regressão linear com erros robustos; c) estimação dos erros padrão com técnica de bootstrap (100 replicações); d) legenda: * p<.05; ** p<.01; *** p<.001

Tabela 5: Impacto do Projeto na proficiência em Língua Portuguesa - Modelo com controles

	Reg,	RQ - Modelo com Variáveis de Controle por quantil (2)				
	Linear	10%	25%	50%	75%	90%
Tratado	4,239*** (0,856)	7,059*** (1,894)	4,4216*** (0,985)	2,950*** (0,994)	2,728** (1,009)	3,547** (1,423)
nota_mat_2013	0,217*** (0,009)	0,205*** (0,019)	0,227*** (0,015)	0,224*** (0,010)	0,222*** (0,011)	0,227*** (0,013)
nota_LP_2013	0,556*** (0,011)	0,601*** (0,021)	0,618*** (0,017)	0,595*** (0,011)	0,561*** (0,013)	0,492*** (0,017)
duracao_turma	0,0410*** (0,008)	0,049** (0,020)	0,052*** (0,013)	0,032*** (0,0077)	0,0332*** (0,0093)	0,0200 (0,016)
Idade	-0,593*** (0,137)	-0,294 (0,283)	-0,546** (0,202)	-0,629*** (0,170)	-0,592*** (0,164)	-0,658*** (0,175)
noturno_2015	-7,956*** (1,049)	-8,395** (2,563)	-6,405** (2,037)	-7,722*** (1,009)	-6,986*** (1,315)	-8,203*** (1,683)
nivel_complex	-0,707 (0,490)	0,192 (1,275)	-1,212 (0,725)	-1,230* (0,536)	-0,974 (0,523)	0,394 (0,770)
mae_estudou	1,242 (0,805)	-2,715 (1,788)	0,960 (1,255)	2,308** (0,851)	2,714** (0,889)	3,934** (1,248)
exper_diretor	-0,338 (0,661)	-2,206 (1,445)	0,043 (0,778)	0,391 (0,752)	0,948 (0,821)	0,748 (0,955)
Homem	-7,569*** (0,678)	-14,92*** (1,519)	-9,921*** (0,899)	-5,734*** (0,728)	-4,841*** (0,731)	-2,573* (1,015)
recebe_bf	0,505 (0,680)	2,336 (1,655)	1,745 (0,919)	1,210 (0,744)	-0,173 (0,853)	-1,094 (1,098)
Fortaleza	-3,894*** (0,946)	-10,46*** (1,891)	-6,263*** (1,234)	-3,679** (1,131)	-0,846 (0,869)	2,040 (1,640)
sem_pos_LP	-0,421 (0,695)	-1,953 (1,412)	-0,573 (0,956)	-0,857 (0,850)	0,324 (0,853)	0,765 (1,048)
exper_prof_LP	1,434* (0,689)	2,867 (1,529)	2,600* (1,052)	1,227 (0,853)	0,234 (0,716)	0,468 (1,052)
Constante	66,89*** (5,008)	6,48 (11,15)	26,84*** (7,131)	61,39*** (5,192)	87,91*** (4,932)	120,10*** (8,051)
R2/pseudo R2	0,467	0,226	0,293	0,317	0,298	0,270
p-valor F	0,000					
N.obs.	11,523					

Nota: a) os valores em parênteses referem-se ao erro padrão; b) regressão linear com erros robustos; c) estimação dos erros padrão com técnica de bootstrap (100 replicações); d) legenda: * p<.05; ** p<.01; *** p<.001

PUBLIC SECTOR OVERALL EFFICIENCY: AN APPLICATION IN THE CEARÁ STATE – BRAZIL

Francisco Germano Carvalho Lucio*

Witalo de Lima Paiva**

Ricardo A. de Castro Pereira***

Christiano Modesto Penna****

Sandy Dall'erba*****

ABSTRACT

This paper presents two novelties. Firstly, we create an index to represent the overall efficiency of the public sector. We estimate the public sector efficiency levels of the Ceará state by taking into account two ways of efficiency, which are related to expenditure and tax collection. Secondly, we adjust a regional CGE model to accommodate these two types of efficiency. The CGE model was calibrated to represent the economy of the Ceará state. Based on the efficiency estimated, we perform simulation exercises based on two strands, changes in each way of efficiency considered. Regarding to the efficiency results, the sectors of education and health, as well as the tax collection side, show a net efficiency gain in the range studied (2005-2015). The most outstanding result among them is in tax collection, representing an 18.5% net gain. The results from the CGE simulation corroborate to the expectation. Increasing efficiency in the public sector improves the well-being of the households. We emphasize that the results are different for different profiles of households. We hope this paper can provide an alternative point of view to the policymakers and contribute to the public debate concerning public sector efficiency issues.

Keywords: Efficiency. DEA. Public Sector. Regional CGE model.

JEL Codes: C68, H75, R50

* Department of Economics, CAEN-UFC, Brazil. germanocarvalho@caen.ufc.br. (85) 996266258.

** IPECE. witalo.paiva@ipece.ce.gov.br.

*** Department of Economics, CAEN-UFC, Brazil. rpereira@caen.ufc.br.

**** Department of Economics, CAEN-UFC, Brazil. cmp@caen.ufc.br.

***** ACE Department, UIUC, US. dallerba@illinois.edu.

RESUMO

Este trabalho apresenta duas novidades. Primeiramente, criou-se um índice para representar a eficiência total do setor público. Estimou-se os níveis de eficiência para o Estado do Ceará considerando duas formas de eficiência, relacionadas às despesas e à receita. Segundo, um modelo de CGE regional foi adaptado para acomodar esses tipos de eficiência supracitados. Baseando-se nas eficiências estimadas, exercícios de simulação foram realizados modificando os níveis de eficiência. Em relação aos resultados acerca da eficiência estimada, os setores de Educação e Saúde tão bem como a coleta de impostos apresentaram ganho líquido de eficiência no período analisado, de 2005 a 2015. Destaca-se o ganho líquido de 18,5% na eficiência em coleta de impostos. Os resultados das simulações do modelo CGE seguem o esperado. Aumentos de eficiência no setor público gera melhoria no bem-estar das famílias. Frisa-se que resultados diferentes são obtidos para os diferentes perfis de famílias adotado. Espera-se que este trabalho forneça alternativas para os tomadores de decisão e contribua para o debate público acerca desse tema.

Palavras-Chave: Eficiência. DEA. Setor Público. Modelo CGE Regional.

Classificação JEL: C68, H75, R50.

INTRODUCTION

Brazil has one of the highest tax burdens in the world. Official data shows that it was around 32.62% and 33.58% of the GDP in 2017 and 2018, respectively. This amount is similar the average of OECD's members. Despite not only the high tax burden but also the enlargement of it over the last few years, Brazil has not been achieving satisfactory outcome performance. Additionally, it has been facing successive fiscal deficits since 2014. This contributes to a continuous enlargement of the public debt. Given the way the Brazilian central government manages and distributes the revenues, the described scenario directly interferes with the lower tiers of government, such as state-level governments.

Based on data from the World Bank, in 2017 Brazil presented a homicide rate¹ of 30.5. It makes Brazil one of the countries with the highest homicide rate in the world. Considering the context of the Brazilian states, in 2016 the homicide rate in the Ceará state was 40.63, which represents the tenth highest homicide rate. Observing a range from 1998 to 2016 it is easy to realize a slightly positive trend on it within the range from 1998 (13.42) to 2011 (32.30).

¹ The total of deaths caused by violent acts divided by 100.000 inhabitants.

However, it faces a sharp increase in 2012 achieving a peak of 52.31 in 2014, then it changes the trend and starts to fall achieving the abovementioned value of 40.63.

In terms of education, according to data from the OECD's Programme for International Student Assessment – PISA 2015 report², Brazil is between the last ten positions in the three assessed school fields, which are Science, Reading, and Mathematics with the respective scores of 401, 407, and 377. The average and maximum values obtained are respectively 493 and 556 in Science, 493 and 535 in Reading, and 490 and 564 in Mathematics. Going down to state-level analysis, the Ceará state shows a relatively higher score among Brazilian states in an index created by the central government to assess the quality of education, called the Basic Education Development Index IDEB.

In nutshell, the Brazilian government collects as a developed country and delivers goods and services as a poor one, which directly implies efficiency analysis. An International Monetary Fund report, IMF (2015), estimates inefficiency levels of investment on public capital on countries split by income substrates. It shows that the poorer the country, the higher the inefficiency level. This report classifies Brazil as a medium-income country or a developing country. This group presents a 27% efficiency average. Once there are different tiers of government in Brazil, the state-level governments are responsible for part of these results.

Pritchett (2000) emphasizes the importance to insert efficiency issues into the public capital analyses. Otherwise, the analysis might be overestimated. He states it is not correct at all believe that each monetary unit spent by the government will be converted in the same amount of public capital which can be evaluated. Furthermore, the public sector efficiency is not a major problem in countries where the government holds either a smaller investment share or a higher efficiency level. Otherwise, these issues should be taken into account. According to Berg et al. (2015), there are some ways the public sector can demonstrate different efficiency levels such as corruption, resource misallocation, and wasting from failure in planning and execution of public projects and programs.

Even though the literature of assessment of outcomes and/or efficiency of the public sector by looking at the expenditure side is well developed, the assessment of efficiency performance in tax issues has not been so developed so far. Nevertheless, there is a lack of research by considering simultaneously the efficiency of these two sides of the public sector.

² Available at <http://www.oecd.org/pisa/>.

This paper, therefore, aims to fill this gap by contributing to the literature with two novelties. First, due to our intention to express a holistic government efficiency level, it creates an index by compiling the efficiency levels of the two government core duties, which are the expenditures and the tax collection. Second, it creates a regional CGE model taking into account these two sides of efficiency. After that, we apply these two novelties in the Ceará state. The former estimates its efficiency performances and the latter uses them as efficiency parameters into the CGE model to see well-being effects.

In regional CGE analyses, a broad amount of models uses a single region approach to make their empirical studies. Even though single region models appear simple, they are useful tools that can provide many answers for specific research questions and specific target units. A well-known single region model is the AMOS model, presented by Harrigan et al. (1991). A recent adaptation of the AMOS for the Illinois state is the AMOIL, presented in Turner et al. (2012).

Due to the omission of interregional feedbacks, Lofgren and Robinson (2002) are skeptical about the accuracy of the results provided by single region models. However, empirical papers, such as McGregor, Swales, and Yin (1999) and Seung et al. (2000), have found that the spillover effects are not significant for regions representing less than 10% of the national economy. Such regions have no economic power to change other economies. Considering that Ceará's economy only represents 2% of the Brazilian economy (IPECE (2016)), the application of a single region model, in this case, is appropriate.

Governments take part as an important stakeholder in the economy, especially in poor regions concerning to promote interventions to reduce social problems such as poverty and inequality. However, there are no general rules to identify properly their roles. One way the government might take action is by increasing its efficiency levels in both sides, expenditures and tax collection. The former allows the government to provide more public goods and services by spending the same amount of resources or even less, and the latter can permit them to obtain more resources.

Beyond this introduction, this paper unfolds as follows. In the next section, we treat the efficiency issues by describing the method and the data used and by estimating the efficiency levels. In addition, in order to provide more information, comments about these estimations are made as partial results. In section three, we derive and describe the regional CGE model. In section four, we perform some empirical exercises by analyzing the Ceará state and interpret

the results. After that, we highlight the main topics and the most relevant results as final remarks. Moreover, to conclude it, some further extensions are drawn.

PUBLIC SECTOR EFFICIENCY IN THE CEARÁ STATE

Data and Method of Estimation

The Data Envelopment Analysis, henceforth DEA, is a method to estimate performance efficiency that has been widely used for performance assessment. The main models to measure efficiency by using DEA come from Charnes et al. (1978) and Banker et al. (1984). Under different assumptions, the former using constant and the latter using variable returns-to-scale, both are standards in the performance measurement literature. Although these models are considered the most renowned, Farrell (1957) is also known as a seminal contribution.

Since Charnes et al. (1978), a plethora of studies have been developed concerning this method. Some of them are theoretical breakthroughs, however the biggest part are applications. Furthermore, these mainly assess the efficiency and productivity of both public and private sector activities. Emrouznejad and Yang (2018) analyze the evolution of DEA-related studies by covering a time range from 1978 to 2016. They focus on criteria such as statistics about the growth of publications and the most widely used academic journals.

As pointed out in the introduction, the main topic of this paper is the public sector efficiency, specifically in the state of Ceará. Additionally, one of the objectives is to estimate its efficiency levels, which will be used as parameters into the CGE model. We estimate these efficiencies by using the DEA methodology, and official government data. Despite some papers pointing out fragilities with the DEA method, Liu et al. (2016) insists that papers applying it have recently grown. Estimating efficiency based on DEA may be considerate a suitable approach here due to the fact the comparison is made with similar institutions, which are other same tier governments³. This approach of comparison achieves a more accurate result in terms of potential efficiency than other papers that compare efficiency levels between public and private sectors.

Due to our intention to express a holistic government efficiency level, we applied an approach that takes into consideration the two core duties of the government, which are the expenditures and the tax collection. Besides, we analyze how it behaves over the years. This approach requires a certain range of all data. Therefore, the range from 2005 to 2015 was

³ It uses the Brazilian states as the components to generate the frontier.

chosen. However, the cross-sections are each two years, making it a six years sample⁴. The main reason is that one important output is measured every two years⁵ and the data needs to be merged hence this feature demands an intersection among them.

For the expenditure side, multiple inputs and outputs from three government sectors are used, which are Education, Health and Sanitation, and security. We select these sectors based on their importance in the current public debate and agenda as well as the fact they represent an average share of around 72% of the state-level government total expenditures. For the tax collection side, on the other hand, we use only one input, the GDP, and one output, the total amount of collected tax, which includes all the jurisdictional taxes the state government tier is accountable for collecting. In order to make the inputs and outputs comparable among the states, we transform them in terms of variables *per capita*.

Since the expenditure side of our analysis is much more complex than the tax collection side, we describe them first. We consider one input by sector, which is the total expenditure in each one of these sectors, in *per capita* terms. Regarding to the outputs, for the security sector we use the homicide rate⁶. For the health and sanitation sector, we use multiple outputs directly related to both health and sanitation. The health-related outputs⁷ are Child Mortality, Fetal Death rate⁸, Hospital beds, and ambulatories⁹. The sanitation-related outputs, in turn, are the coverage of both sewer and drinking water. For education, we also use different outputs taking into account both quantitative and qualitative measurements. In terms of quality of education, we use the Basic Education Development Index – IDEB¹⁰. Regarding the quantitative measurement, in turn, we use the attendance rate and the Age-grade distortion. The collected data referred to both quantitative and qualitative measurements consider only the high school level. This is due to the state-level government is its main sponsor.

The public expenditures used as inputs are applied in two different sorts of spends, public sector workers salaries, which is classified as a flow component, and investment and

⁴ $t = \{2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015\} = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$

⁵ The Basic Education Development Index – IDEB.

⁶ Collected in the official government database IPEADATA.

Available in <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>

⁷ These inputs use data collected from the official site of the Central Government's Ministry of Health in its official database called DATASUS. Available in <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/>

⁸ The number of unborn deaths divided by the total of pregnant women.

⁹ Both numbers, hospital beds and ambulatories, were population-normalized.

¹⁰ Collected in an official government site linked with the Ministry of Education of the Central Government. Available in <http://ideb.inep.gov.br/>

maintenance, which can increase the stock of public capital. Based on the latter component, it is highly likely that the outputs are influenced not only by the inputs from the current year but also by those spent along the previous years. Thus, a simple average of spends from the previous years within the range is used as the input in each sector, $s = \{Education, Health, Security\}$. Therefore, the input of the sector s , in state i , at time t is synthesized as following.

$$INPUT_{s,i,t} = \frac{1}{t} \sum_{j=1}^t Input_{s,i,t}, \text{ for } t \leq T, \text{ and } T = 1, \dots, 6.$$

Although the fact the chosen inputs have the same measure, which is the total amount spent in that sector, the outputs present different sorts of scales making them incompatible. In order to overcome this issue, they are standardized by using the so-called Min-Max Scaling method.

In terms of expenditures, efficiency levels are estimated both ways by sector individually and by combining them into a single measure. The latter bases on an assumption in which those three sectors used are able to represent the efficiency in expenditure as a whole. In turn, this assumption is based on that together they account for around 72% of the total expenditures of the target region. Combining the ideas of using multiple inputs and outputs with estimating a single expenditure-side efficiency parameter requires a way of weight both of them.

This procedure is made as a two-steps weighting method. In the first step, we create a single output for each sector by applying a simple average on its respective multiple outputs, which means giving them the same importance, hence equally weighting the outputs. In the second step, we create a single input and a single output for the public sector. The former comes from the sum of the multiple inputs, and the latter, in turn, is acquired by weighing them based on the shares of the total resources implemented in each specific sector. In this case, it is assumed that these shares might be considerate as the government concerns in each sector. In other words, the more the government spends in a sector, the most important it assumes it is. Both the first step and the input side of the second step are easily understandable. However, the following expression might be necessary to make the output side of the second step clear enough.

$$OUTPUT_{i,t} = \sum_j \omega_s Output_{i,t,j}, \quad j = Education, Health, Security.$$

Where i denotes the state, s denotes the sectors, and ω the aforementioned weighting shares.

Efficiency Measure and the case of Ceará State

Firstly, both sides of the public sector efficiency are estimated to the state of Ceará using the already specified range. However, the expenditure side estimation is split in two ways. First by sector and then those formulas mentioned in the previous section are used to provide a compiled efficiency level of the expenditures.

Furthermore, since this paper aims to combine the efficiencies into a compiled measure, we calculate a simple average and bring forth a total efficiency level, which takes into account both sides of efficiency each year. Given its features, we call it the Two-way Efficiency Index, henceforth TWE, as shown below:

$$TWE_t = 0.5 * (\epsilon_{col,t} + \epsilon_{exp,t})$$

At time t , $\epsilon_{col,t}$ and $\epsilon_{exp,t}$ are respectively the efficiency levels in tax collection and expenditures. All the results are shown in table 1.

Table 1: Efficiency Levels in Expenditure and Tax Collection, and the TWE index.

Year	Education	Health	Security	Expenditure	Tax	TWE
2005	0.592	0.551	0.894	0.679	0.748	0.714
2007	0.607	0.622	0.897	0.708	0.679	0.694
2009	0.664	0.580	0.759	0.668	0.738	0.703
2011	0.711	0.595	0.616	0.641	0.812	0.727
2013	0.637	0.599	0.206	0.481	0.899	0.690
2015	0.684	0.557	0.169	0.470	0.886	0.678

Source: the authors.

At a glance, the negative trend in the evolution of efficiency in the security sector demonstrates an erratic behavior due to a sudden decrease in the last two years. Although in the first two years it seems constant, there is a clear reduction in the middle of the range and then a sharp decrease during the final years. As mentioned in the introduction, a noteworthy increase in the homicide rate had occurred since 2012 in our target region. Nevertheless, given there are other exogenous factors influencing efficiency issues, it is worth mentioning that it is highly unlikely the government can react as fast as this sudden change requires by adjusting its efficiency.

Despite the fluctuations and considering the whole range, the sectors of education and health, as well as the tax collection side, show a net efficiency gain. The Health sector presents

the slightest net gain and the tax side the biggest one. The latter represents an 18.5% gain. Regarding the TWE, although there is no observed pattern while the first two-thirds of the range, there is a loss in the total efficiency in the last two years. The sharp reduction in the security sector is the main responsible for this result.

The results regarding the efficiency levels are useful by themselves. They also fit as an assessment tool by illustrating in which sector the government needs to ameliorate its activities. Besides, different ranges may be used for specific purposes. A four years range can be applied for analysis focused on government mandates for instance. The results can be used as a prior step to assist other analysis as well. A suitable way to understand what are the possible implications of improvements in the public sector efficiency in the economy as a whole is by simulating them in a CGE model. The next section shows a CGE model adapted to suit these specifications.

As previously mentioned, efficiency depends on public sector efforts as well as some exogenous factors. Considering the former one, a part of the total efficiency can be enhanced by improving the government functioning. A simulation of that is performed in section 4.

A CGE MODEL FOR THE CEARÁ STATE

The following specified model is adapted from Hosoe et al. (2010). We made three major changes. Firstly, we split the households in two income-based profiles. In order to include the consumption of public goods as part of the total consumption of households, we assume the government as also a provider of goods and services. It aims to capture public policy effects in different substrates of the population. Secondly, we split the foreign sector in two different regions. Even though this change seems unnecessary for the purpose here, it must give us a more accurate and realistic way to deal with trade issues in a state-level unit as the target region, which is subject to exchange rate related to the foreign trade but not to the internal trade. Additionally, this characteristic might be used for further studies or even as a reference model. Finally, we insert efficiency parameters in both the consumption of public goods and tax revenue. One of the key points of this paper, the latter improvement is a contribution to the CGE literature. The model description splits into the following subsections.

Households

The first type (r) acquires income from the factors' rentals. After paying the income tax (T_H^D), the households choose the amounts of private consumption (C_i) of each one of the supplied goods, and savings (S^S). The second type (p) belongs to a social security program and only receives income from government transfers (tr_H). In addition, the government provide an amount of public services to them (G_i).

Based on a CES¹¹ function, the households' utility function comes from the optimization process, taking into account the constraint on available income, as shown below.

$$\max_{C_{r,i}} UU_r = \left(\sum_i \alpha r_i C_{r,i}^\rho + \epsilon_{exp} \sum_i \mu G_i^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}} \quad s. t. \quad \sum_i p_i^{qF} C_i^R \leq \sum_h p_h^f F F_h - S^S - T_H^D \quad (1)$$

$$\max_{C_{p,i}} UU_p = \left(\sum_i \alpha p_i C_{p,i}^\rho + \epsilon_{exp} \sum_i \mu G_i^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}} \quad s. t. \quad \sum_i p_i^{qF} C_i^P \leq tr_H \quad (2)$$

Where p_h^f and p_i^{qF} are the prices of factors and sectorial goods respectively, FF_h is the endowment of factors. αr_i and αp_i are the share parameters of the households in the utility function, r and p respectively. In turn, ϵ_{exp} is the efficiency parameter, μ is a weight for the consumption of public goods¹², and ρ is the elasticity parameter.

Sectors

Each sector works as a profit-maximizing firm. As a result, it uses an optimal level of both factors (F_h) and intermediate inputs ($X_{j,i}$), which are combined with the composite factor (Y_i). Due to this structure, the production splits into two steps:

First step:

$$\max_{F_{h,i}} \pi_j^y = p_i^y Y_i - \sum_h p_h^f F_{h,i}, \quad s. t. \quad Y_i = b_i \prod_h F_{h,i}^{\beta_{h,i}} \quad (3)$$

Second step:

$$\max_{Y_i, X_{j,i}} \pi_i^z = p_i^z Z_i^S - \left(p_i^y Y_i + \sum_j p_j^{qF} X_{j,i} \right), \quad s. t. \quad Z_i^S = \min \left(\frac{X_{j,i}}{ax_{j,i}}, \frac{Y_i}{ay_i} \right) \quad (4)$$

p_i^z , p_i^y , and p_j^{qF} are the prices of domestic goods, the composite factor, and the composite good, respectively. b_i is a scaling coefficient, and $\beta_{h,i}$ is a share coefficient in the production function. Also, $ax_{j,i}$ and ay_i are input requirement coefficients for one unit output.

¹¹ Constant Elasticity Substitution – CES.

¹² It is assumed that households attribute a higher value to the private consumption than to the consumption of public goods. It is assumed $\mu = 0.5$.

Armington's assumption and Foreign Trade

Combining some model attributes such as be an open and a small economy suggests that the analyzed region has no significant impact on the other regions. Therefore, both the export and import prices are exogenously given.

We use two different sets of price variables. One considering the domestic currency (p_i^{xW} and p_i^{mW}) and the other the foreign currency ($p_i^{U\$xw}$ and $p_i^{U\$mw}$). These currencies are related to each other by a marketability margin (mg^w), which also includes the exchange rate.

According to the Armington's assumption, the final consumers, including the sectors, acquire not sectorial goods but rather the Armington's composite good (Q_i^F), which represents a *mix* composed by national (M_i^C) and foreign imports (M_i^W) and local sectorial goods (Q_i^S). The optimization problem for the virtual sector of the i -th Armington's composite good is:

$$\max_{M_i^C, M_i^W, Q_i^S} \pi_i^{qF} = p_i^{qF} Q_i^F - [p_i^{qS} Q_i^S + p_i^{mC} M_i^C + (1 + \tau^m) p_i^{mW} M_i^W] \quad (5)$$

$$s. t. \quad Q_i^F = \gamma_i \left(\delta q_i^S (Q_i^S)^{\eta_i} + \delta m_i^C (M_i^C)^{\eta_i} + \delta m_i^W (M_i^W)^{\eta_i} \right)^{\frac{1}{\eta_i}}$$

p_i^{qS} , p_i^{mC} , and p_i^{mW} are the supply prices of locally offered goods, imports from the rest of Brazil, and from the rest of the world, respectively. τ^m is an import tax, γ_i is a scaling coefficient, and η_i is a parameter defined by the elasticity of substitution. Furthermore, δq_i^S , δm_i^C and δm_i^W are input share coefficients.

On the other hand, it is also necessary to analyze the strategic decisions by taking into account the supply. The decisions are related to what is internally supplied (Q_i^S) to the rest of Brazil (X_i^C) and to the rest of the world (X_i^W). EVEN We assumed that the sectors divide the domestic output by using an imperfect transformation process, based on a CET function. Every sector adjusts their output for both domestic and foreign consumption.

$$\max_{Z_i^S, X_i^C, X_i^W, Q_i^S} \pi_i^{zS} = (p_i^{qS} Q_i^S + p_i^{xC} X_i^C + p_i^{xW} X_i^W) - (1 + \tau_i) p_i^z Z_i^S \quad (6)$$

$$s. t. \quad Z_i^S = \theta_i \left(\xi q_i^S (Q_i^S)^{\phi_i} + \xi x_i^C (X_i^C)^{\phi_i} + \xi x_i^W (X_i^W)^{\phi_i} \right)^{\frac{1}{\phi_i}}$$

p_i^{xC} and p_i^{xW} are the export prices for the rest of Brazil and for the rest of the world, respectively. τ_i is a production tax on the locally produced good (ICMS plus Others). θ_i is a scaling coefficient, and ϕ_i is a parameter defined by the elasticity of transformation. Additionally, ξq_i^S , ξx_i^C , and ξx_i^W are share coefficients.

Government

The government is assumed to collect taxes to fund its aforementioned expenditures. Due to its second way to express efficiency, there is a parameter of efficiency in each one of the tax collection channels. Thus, it collects a direct tax from the r households' income (T_H^D), from production, based on the ICMS tax (T_i^{ICMS}) and the Other tax (T_i^{OT}). In addition, it collects the imports tax (T_i^M). The tax rates are expressed as τ_H^D , τ_i^{ICMS} , τ_i^{OT} , and τ_i^m , respectively. Additionally, the efficiency parameters associated with them are, respectively, $\epsilon_{col,d}$, $\epsilon_{col,icms}$, $\epsilon_{col,ot}$, and $\epsilon_{col,m}$. Equation 11 shows the total revenue collected. This amount is already carrying within its composition the efficiency levels from all of the sources of collecting. In this case, it can be generalized as the collecting efficiency level, ϵ_{col} .

The government spends its tax-revenues in transfers to the p households (tr^H), on consumption (G_i^F), and savings (S^G). It also consumes each produced good in a constant ratio (μ_i). The key equations for the government are:

$$T_H^D = \epsilon_{col,d} \tau_H^D \sum_h p_h^f F F_h \quad (7)$$

$$T_i^M = \epsilon_{col,m} \tau_i^m p_i^m M_i^W \quad \forall i \quad (8)$$

$$T_i^{ICMS} = \epsilon_{col,icms} \tau_i^{ICMS} p_i^z Z_i^S \quad \forall i \quad (9)$$

$$T_i^{OT} = \epsilon_{col,ot} \tau_i^{OT} p_i^z Z_i^S \quad \forall i \quad (10)$$

$$T_{Total} = T_H^D + \sum_i (T_i^M + T_i^{ICMS} + T_i^{OT}) \quad (11)$$

$$G_i^F \leq \frac{\mu_i}{p_i^{qF}} \left(T_H^D + \sum_i (T_i^M + T_i^{ICMS} + T_i^{OT}) - S^G - tr^H \right) \quad \forall i \quad (12)$$

Investment and Savings

Even though we have no adequate way to consider the investment variable in this model due to its static modeling limitations, it is necessary to insert it in order to guarantee the macro closure conditions. Thus, we assume there exist an investment agent who collects resources from the r households, the government, and the foreign sector. This agent spends them by purchasing investment goods in a proportionally constant share.

Macroeconomic Closure Conditions

Once the model describes different sorts of behavior, we have to impose the Market conditions in order to achieve an equality between supply and demand in every market. This

macroeconomic closure characterizes the model as a neoclassical model. By using Walras' Law, we can choose a *numeraire*¹⁰. Since the endowment of the productive factors are fixed, we follow standard model and use the price of the labor factor.

Calibration

The model requires values for the parameters and exogenous variables. These values are calibrated by using a Social Accounting Matrix – SAM based on data from an Input-output table of the Ceará state taking into account the 2013 base year. The calibration process also requires some extra information, obtained from a specific government report, which is IPECE (2016). In terms of production, the SAM is split in 6 productive sectors¹¹. Table 2 shows the sectors.

Table 2: Codes for short denomination of the sectors.

Code	Sectors
S1	Agriculture, including support for agriculture and post-harvest.
S2	Extractive industry.
S3	Transformation Industry, Building, Power Electricity, Water and Sewage, and Others.
S4	Trade and repair of motor vehicles and motorcycles, transportation, storage and mail, accommodation and food.
S5	Private Services.
S6	Management, security, public education and health, and social security.

Source: the authors.

Concerning the key parameters of efficiency, to make the calibration procedure compatible at all, we use the efficiency levels from 2013 as the efficiency parameters. As shown in section 2, the efficiency levels estimated to the Ceará state are 0.481 in expenditures and 0.899 in tax collection. Therefore, the calibrated parameters link the theoretic model to the economy of Ceará state.

EMPIRICAL SIMULATION EXERCISES

This paper focuses on public sector efficiency issues, precisely efficiency in two sides of the government duties, which are the expenditures and tax collection. Thus, it is suitable performing simulation exercises by changing the efficiency levels in both sides. The Ceará state is the target unit as well as it was in section 2. In order to achieve more accuracy with analysis, exercises are performed individually focusing on one side at a time.

As the analysis of the expenditure side is more straightforward, it is the first to be taken. Given the sharp reduction in the expenditure efficiency level from 2011 to 2013, we suppose the government found a way to enhance its efficiency to the level it had presented in the

¹⁰ One price in which all of the other prices are comparable.

¹¹ The disaggregation level depends on the target analysis. In this case, a low level of disaggregation does not affect the analysis.

previous estimated period, 2011. Thus, the simulation consists of changing the efficiency level from the base year value to 0.641, which represents a positive percentage variation of 33.2%. It means that the government becomes a more effective provider of public goods and services.

It is worth to mention that, by construction, this kind of intervention does not change significantly variables other than the consumption of public goods. Thus, the results of the macroeconomic variables can be overlooked without losing any analytical accuracy. Therefore, we focus on the variations in well-being¹⁵.

Since different Households are taken into account, we have to pay attention to their well-being variation separately. Reminding, increasing efficiency means providing more public goods and services with no additional costs. Thus, the expected result is an increase in the utility function of both of households. As a result, a positive equivalent variation is observed. The results from this simulation are shown in the middle row in table 3.

Table 3: Equivalent Variation from changes in the expenditure efficiency levels.

Efficiency Parameter	$\Delta\%*$	<i>p</i> Household	<i>r</i> Household
0.470	-2.28	-6.23	-3.51
0.641	33.2	64.43	38.93
0.899	86.9	134.64	85.12

Source: the authors.

Note: *Percentage variation from 2013 base year.

Assuming the government has a big bold goal to increase its expenditure efficiency to the same level as it has by collecting taxes. Thus, we simulate a change by increasing the efficiency level to 0.899, which represents an 86.9% improvement. Perhaps, implementing a variation of almost 87% seems unfeasible. However, one can understand that as a sort of sensibility test. As expected, the results show an increase in the well-being of the households larger than those achieved by the smaller change previously shown. Additionally, we highlight that the *p* households obtained a gain larger than *r* households do.

Once there was an observed reduction on the efficiency level we are working on from 2013 to 2015 and also due to the need for a sensibility test in a different direction, a negative change must be considerate as a third scenario. Thus, we simulate a reduction to the level estimated for 2015, which is 0.47 and represents a 2.28% reduction. Again, the results confirm the expect direction of change in the well-being. Both types of households lose part of the

¹⁵ The Hicks Equivalent Variation is used as a measure of well-being. It is based on both private consumption and consumption of public goods and services.

consumption of public goods what directly affects their well-being. The p households, in this case, face a bigger loss comparatively the other type of households.

A caution that is worth mentioning is the observed pattern concerning the magnitude of variation. The p households always obtain a higher impact than the r households, regardless of the direction whether positive or negative. In other words, positive changes allow them to enjoy the highest gain whereas negative changes bring forth the highest loss. It occurs due to the fact the consumption of public goods represents a higher share of their total consumption relative to the r households. Reminding, in this paper the p profile is a set of low-income households hence they tend to consume more public goods than the richest households. It shows the model is appropriately calibrated.

Now, the analysis keeps constant the efficiency in expenditure and focus attention on the tax collection side. Unlike the previous analysis, this feature shakes the economy more deeply. It means there are more channels to spread the impacts of a shock making them reverberate both directly and indirectly on a set of different variables. For instance, a change in efficiency direct implies a change in revenues, which in turn changes the amount of public goods and services provided. However, we will keep the focus on well-being analysis.

For simplicity, it is assumed that the efficiency levels in all of the collection venues have the same level. This assumption is required because the estimation in tax collection was aggregately made, reaching a magnitude of 0.86 in the base year. Following the exercises made in the previous analysis, different directions of variations are performed, which works simultaneously as sensibility analysis.

The exercises are split in shocks in two sources of collection, income and production, which can be seen as the way they were modeled, direct and indirect, respectively. Since the base year shows the highest level of the chosen range, only two shocks are performed, one negative and one positive. Table 4 shows both shocks, the negative are presented in the first rows and then the positive ones. Reminding that $\epsilon_{col,d}$ is the tax collecting efficiency over income, which is made directly. In the case of the indirect tax collected from production, we assume the efficiency equally changes in all channels. Thus, we use ϵ_{col} , where $\epsilon_{col} = \epsilon_{col,i} = \epsilon_{col,o} = \epsilon_{col,m}$. Results are shown on table 4.

Table 4: Equivalent Variation from changes in the tax-collection efficiency levels.

Efficiency Parameter	$\Delta\%*$	p Household	r Household
$\epsilon_{col,d} = 0.812$	-10	-0.004	0.007
$\epsilon_{col} = 0.812$	-10	-2.07	-3.59
$\epsilon_{col,d} = 0.943$	5	14.08	22.61
$\epsilon_{col} = 0.943$	5	14.38	21.29

Source: the authors.

Note: *Percentage variation from 2013 base year.

For the negative shock, we suppose an event in which the efficiency falls to the level that Ceará had presented in 2011, which was 0.812. This represents a reduction of around 10% relative to the base year. Results show that a loss of efficiency in the collection of the direct tax implies an insignificant variation of the well-being of both agents. Although the effects in well-being are tiny, we underline that they are divergent, which means the p households reach an expected negative variation, but the r households get an unexpected positive change. Loss is the expected effect due to the expected reduction in tax revenue and, as a result, a reduction in the provision of public goods, which are part of their consumption. Analyzing the negative variation in the indirect collection, conversely, the results present the expected negative effects for both households.

Two reasons are likely to be contributing to this divergence. Firstly, the small share of the revenues coming from this category of tax collection makes a slight impact on the provision of public goods. This amount of resources is proportionally small compared to the collection from production. Secondly, the consumption of public goods is not the only source of benefit these households may achieve from this variation. Additionally, it is less important than private consumption. It does not mean there was no negative effect. It just mean this likely negative effect was not enough to overcome the positive one. As a result, the net gain is positive in the first case. Similarly, the results from the shock in indirect tax might be explained. In this case, however, the impact is large enough not only to overcome any positive effects but also to be even worse than those p households face.

On the other hand, the positive shocks are performed by assuming a magnitude of half of those assumed about the negative case. This is due to the current high level of efficiency in tax collection, which is almost 90%. Adding a 10% efficiency gain the level would achieve nearly 100%, which is hard to reach. In this case, the results show an expected gain of well-being regardless the types of households. Since the provision of public goods increases with the enlargement of the tax revenue, their consumption increases as well.

In this case, we highlight that the r households obtain the highest gains. This is due to the way they are modeled. One should remind that the r type is more complex and has related variables shaken by the shock other than the consumption of public goods. One example is the private capital that they are endowed and receive income to rent this productive factor. It is some type of knock-on effect.

Even though the exercises performed seems naive, it is suitable for the target analysis. Besides, understanding how the agents respond to these incentives helps the decision-makers to figure out a set of alternatives in which they can base new public policies. Furthermore, the way the model is adapted contributes to the literature by itself.

FINAL REMARKS

We highlight the general contribution of this paper is analyzing the public sector efficiency holistically by taking into account the two-way efficiency in the public sector. Detailing this contribution, we also highlight the double analysis performed. Firstly, by creating an index to compile efficiency as a whole and secondly by adapting a CGE model to consider this important factor into the public sector issues.

Before going towards the remarks we need to shatter the naive understanding that the unique way to make the government more efficient is by reducing its spending. The efficient government can use tools such as benefit-cost analyses to allocate efficiently resources between their programs and priorities until no net benefits can be had from further re-allocations of resources. Based on this broad understanding we realize that improve efficiency in the public sector is not only feasible but also desirable.

The government takes part as an important stakeholder in the economy, especially when it belongs to a poor region and must promote interventions to reduce common social problems such as poverty and inequality. Reminding, in this paper the p profile is a set of low-income households. Therefore, the government should find ways to assist them. This assistance not necessarily is direct by providing more public services for instance. It can be by achieving more efficiency collecting as well. As a result, the revenues will change implying in many possibilities to spend them.

Sometimes changes in efficiency can achieve similar effects as changes in tax rates. However, unlike increases in the tax rate, efficiency changes can minimize the disturbance created by changing the incentives of the productive sector. Additionally, performing policies

to increase efficiency probably works as a way to signal credibility and reach trustworthy, desired features for an agent able to promote economic incentives.

Another noteworthy issue is that changes in efficiency is feasible of implementation. It can be even easier than apply tax reductions for example. Tax policies always require a huge political effort, mostly in the current days in which the Brazilian central government is facing problems to balance the budget. Therefore, finding a way to work efficiently creates positive effects. These effects can be used to guide political decisions about these issues. Keeping the same tax levels, the extra revenue coming from increasing in efficiency on tax collection can be applied in sectors that creates good incentives for private sector such as infrastructure. The economic benefits of the latter option have been widely shown in the literature¹⁶.

As a direct policy implication of this paper, the policymakers and public managers can work to enhance its efficiency levels in order to provide more of public goods in terms *per capita* and then enrich the well-being of the households. Similarly, one can affirm that becoming more efficient the government can either provide more of public goods in terms *per capita* or provide the same amount to a bigger amount of people, or even both options, it depends on the magnitude of the changes of all factors. Even though this static model is not able to analyze these issues about compensating the population growth, this conclusion is closely related to the former provided. Therefore, it is attainable.

Based on the caveats identified in this paper, some of them due to the static version of the model, we are working in a dynamic version of this model. This version might be able to analyze appropriately other types of simulations. The new results can allow reaching further analysis such as reducing public debt by saving resources from tax collection or using them to increase public investments.

Another extension we are currently working on is estimating efficiency by using another method aiming to achieve more accuracy in those estimations, which is the Linearized Free Disposal Hull – LFDH. Furthermore, we intend to split the households in a different way, one in which both of them are able to work. This new specification put the profile of the households closer to reality and balance the effects of policies.

¹⁶ The most famous reference about it is Aschauer (1989).

REFERENCES

- ASCHAUER, D. A. Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics*, v. 23, p. 177-200, 1989.
- BANKER R.D. and MOREY R.C. Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs, *Ops. Res.*, 34, 513-521. 1986.
- CAZALS C., FLORENS J.P., SIMAR L. Nonparametric frontier estimation: a robust approach. *Journal of Econometrics*, 106(98), 1–25. 2002.
- CHARNES A., COOPER W.W. and RHODES E. Measuring the efficiency of decision making units, *Eur. J. Opl. Res* 2, 429-444. 1978.
- EMROUZNEJAD, Ali. YANG, Guo-liang. A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978 - 2016. *Socio-Economic Planning Sciences* 61. P. 4-8 2018.
- FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, Vol. 120, No. 3 pp. 253-290. 1957.
- FARRELL, M.J. FIELDHOUSE, M. Estimating efficient production functions under increasing returns to scale, *Journal of the Royal Statistical Society. Series A* 125, pp. 252-267. 1962.
- GILLESPIE, G., J. MCGREGOR, J.K. SWALES AND Y.P. YIN. The displacement and multiplier effects of regional selective assistance: a computable general equilibrium analysis. *Regional Studies*, v. 35, n. 2, 125-139. 2001
- HARRIGAN, F., P.G. MCGREGOR, N. DOURNASHKIN, R. PERMAN, J.K. SWALES AND Y.P. YIN. AMOS: A Macro-Micro Model of Scotland. *Economic Modelling*, 10, 424-479. 1991.
- HOSOE, Nobuhiro. GASAWA, Kenji. HASHIMOTO, Hideo. *Textbook of computable general equilibrium modelling: programming and simulations*. Palgrave Macmillan. 2010.
- IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, 2010, Produto Interno Bruto: PIB do Ceará na Ótica da Produção – 2010 – 2013. IPECE Informe. Secretaria de Planejamento e Gestão, Governo do Estado do Ceará. Fortaleza, Ceara, Brasil.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, 2016, Ceará em Números 2016. Secretaria de Planejamento e Gestão, Governo do Estado do Ceará. Fortaleza, Ceara, Brasil.

LIU, John S. LU, Louis Y.Y. LU, Wen-Min. Research fronts in data envelopment analysis. *Omega*. 58, 33–45. 2016.

LOFGREN, H. S. ROBINSON, Spatial-network, general-equilibrium model with a stylized application. *Reg. Sci. Urb. Econ.* 32, 651-671. 2002.

MADDEN, J.R. FEDERAL: A two-region multi-sectoral fiscal model of the Australian economy, PhD Thesis, University of Tasmania, Hobart. 1990.

MCGREGOR, P.G., SWALES, J.K. YIN, Y.P. Spillover and feedback effects in general equilibrium interregional models of the national economy: A requiem for inter-regional input-output? In: Hewings, G.J.D., Sonis, M., Madden, M., (Eds), *Understanding and Interpreting Economic Structure*. Springer, Berlin, p. 167-190. 1999.

PARTRIDGE, Mark D. RICKMAN, Dan S. Computable general equilibrium (CGE) modelling for regional economic development analysis. *Regional Studies*, v. 44, n. 10, p. 1311-1328. 2010.

RICKMAN, Dan S. Estimating the impacts of regional business assistance programs: Alternative closures in a computable general equilibrium model. *Papers in Regional Science*, v. 71, n. 4, p. 421-435. 1992.

SEUNG, C. K., HARRIS, T. R., ENGLIN, J. E., & NOELWAH, R. N. Impacts of water reallocation: A combined computable general equilibrium and recreation demand model approach. *The Annals of Regional Science*, 34, 473–487. 2000.

THANASSOULIS E., DYSON, R.G. and FOSTER, M.J. Relative efficiency assessments using data envelopment analysis: an application to data on rates

AValiação DO IMPACTO DO PROGRAMA EM DEFESA DA VIDA SOBRE HOMICÍDIOS NO CEARÁ: UM ESTUDO DE SÉRIES TEMPORAIS INTERROMPIDAS

Cristiane de Mesquita Tabosa *

Fabiano da Costa Dantas**

Thiago Costa Carvalho ***

Resumo

Esse estudo objetiva avaliar o impacto do programa “Em Defesa da Vida” sobre homicídios no Ceará. Foi apresentado um desenho de Séries Temporais Interrompidas (ITS) com o intuito de realizar uma análise pré - pós intervenção, no período de 2010 a 2016, das mudanças na tendência das taxas de homicídio. Para aumentar a robustez do resultado encontrado, foram adicionadas as seguintes adaptações no desenho da ITS: análise das taxas de homicídio por 100 mil habitantes em estados comparados e análise dos resultados de uma série temporal de controle (taxas de suicídio por 100 mil habitantes). Dentre os principais resultados, constatou-se que o Programa “Em Defesa da Vida” está associado a uma redução de 24,8% em homicídios no estado do Ceará.

Palavras-chave: Segurança Pública; Séries Temporais Interrompidas; Homicídios.

Abstract

This study aims to evaluate the impact of “Em Defesa da Vida” program on homicides in Ceará. An interrupted time series design (ITS) was presented in order to perform a pre-post intervention analysis, in the period from 2010 to 2016, of the trend changes of homicide rates.

* Professora da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Doutoranda em Economia Aplicada pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Paraíba (PPGE/UFPB) E-mail: cristiane@ufersa.edu.br, Telefone: (85) 98862 0179.

** Professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Doutorando em Economia Aplicada pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Paraíba (PPGE/UFPB). E-mail: fabianodantas@ufersa.edu.br.

*** Professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Doutorando em Economia Aplicada pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Paraíba (PPGE/UFPB). E-mail: thiago.costa@ufersa.edu.br.

To increase the robustness of the result found, the following adaptations were added to the ITS design: Analysis of homicide rates for 100,000 inhabitants in the compared states and analysis of the results of a temporal control series (suicide rates for 100,000 inhabitants). Among the main results, it was verified that the “Em Defesa da Vida” program is associated with a decrease of 24.8% in homicides in Ceará state.

Keywords: Public Safety; Interrupted Time Series; Homicides.

Classificação JEL: H74, J38, c32

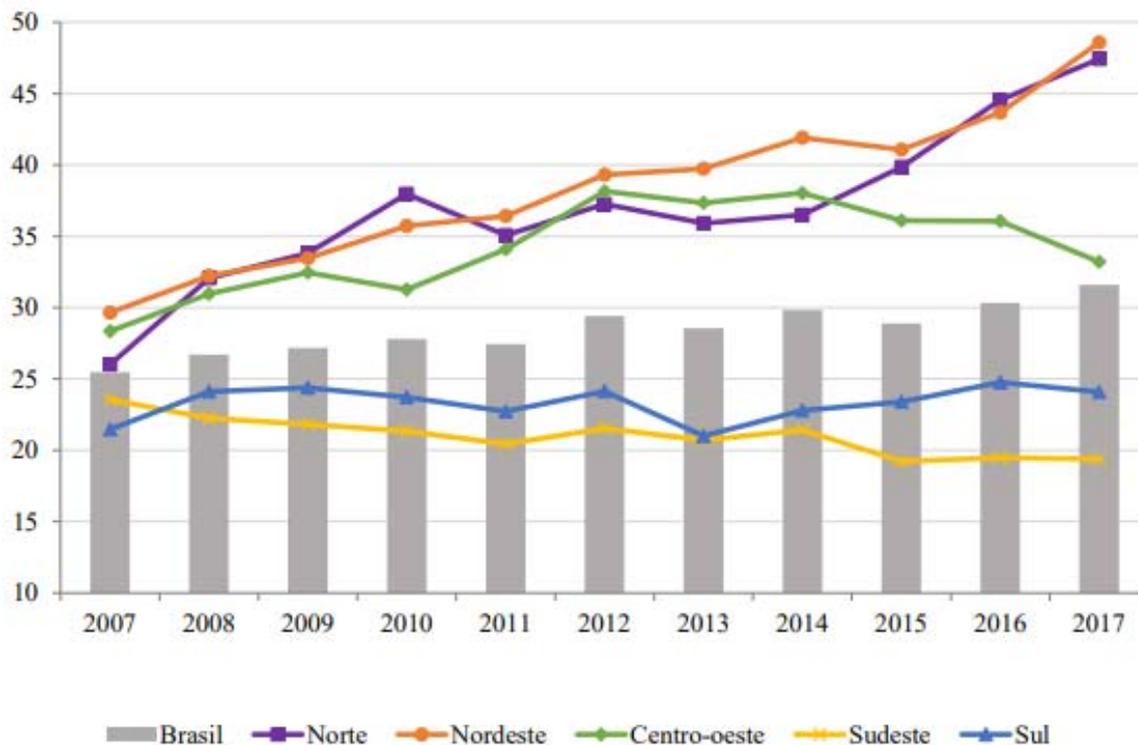
1. INTRODUÇÃO

As taxas de homicídios no Brasil estão entre as mais altas do mundo. Entre 2015 e 2016, o Brasil passou a ter a sétima maior taxa de homicídio do continente americano, contabilizando 31,3 mortes para cada 100 mil habitantes (WHO, 2018). Essa violência atinge principalmente a população jovem, gerando fortes implicações inclusive sobre o desenvolvimento econômico e social devido a atual transição demográfica histórica do país (CERQUEIRA et al., 2019).

Como evidenciado por Nobrega Jr. (2017), nos últimos anos, por mais que o Brasil tenha apresentado um aumento nas taxas de homicídios, na Região Nordeste esse aumento foi mais relevante. Na figura 1, extraída do Atlas da Violência de 2019², é possível perceber que o Nordeste lidera a taxa de violência em homicídios por 100 mil habitantes. Enquanto houve uma residual redução do índice nas regiões Sudeste e Centro-Oeste e uma estabilidade na Região Sul, a mortalidade por homicídio teve um crescimento acentuado no Norte e no Nordeste.

¹ Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatorio_institucional/190605_atlas_da_violencia_2019.pdf

Figura 1. Taxa de homicídio no Brasil e regiões (2007-2017)



Fonte: IBGE/Diretoria de Pesquisas. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica e MS/SVS/CGIAE - Sistema de Informações sobre Mortalidade - SIM. O número de homicídios na Região de residência foi obtido pela soma das seguintes CIDs 10: X85-Y09 e Y35-Y36, ou seja: óbitos causados por agressão mais intervenção legal. Elaboração Diest/Ipea e FBSP. Cerqueira *et al.* (2019).

Especificamente para o Ceará, ao longo do período de 2001 a 2012, houve uma elevação na taxa de homicídios resultando em um aumento relativo de 159% e o estado passou da 18ª posição relativa de maior taxa de homicídios entre as 27 unidades federativas no ano de 2001, saltando para o 3º lugar em 2012 (NOGUEIRA *et al.*, 2015). Segundo diagnóstico elaborado pelo Sistema Nacional de Informações de Segurança Pública – SINESP³, o Ceará passou a ocupar em 2014 a primeira colocação.

Diante do exposto, uma das respostas governamentais no estado do Ceará foi inerente a políticas públicas de combate ao crime. O Programa “Em Defesa da Vida”, lançado em abril de 2014 é baseado no alinhamento de vertentes principais: política de compensação pecuniária para os profissionais da segurança pública e metas de redução para os principais indicadores de criminalidade, entre eles, taxa de homicídios.

² Disponível em: http://www.justica.gov.br/suaseguranca/seguranca-publica/analiseepesquisa/download/estudos/diagnostico_homicidios/diagnostico_homicidios_no_brasil_senasp.pdf/view

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma avaliação do impacto do Programa “Em Defesa da Vida” sobre homicídios no Ceará utilizando um desenho de séries temporais interrompidas. Como apontado por Freitas (2015), os homicídios representam uma grande preocupação da política criminal e das políticas de segurança pública brasileiras, compondo uma variável importante para medir os graus da (in)segurança em determinado local e a situação de (in)eficiência de políticas públicas.

Para esse fim, a organização do trabalho dá-se da seguinte forma: A seção 2 discorre sobre políticas públicas de segurança; a seção 3 descreve o programa “Em Defesa da Vida”; a seção 4 apresenta a estratégia empírica e a origem dos dados; a quarta seção analisa os resultados e, por fim, a última seção apresenta as considerações finais.

2. POLÍTICAS PÚBLICAS DE SEGURANÇA

Vários fatores são potenciais candidatos a explicar a evolução das taxas de homicídios no Brasil. Segundo Cerqueira (2014), esses fatores podem ser divididos em três grupos: (i) variáveis socioeconômicas; (ii) estrutura demográfica e de gênero da população; (iii) variáveis associadas ao funcionamento do sistema de justiça criminal para conter e prevenir o crime e (iv) elementos criminógenos.

Os programas exitosos de controle de homicídios são, normalmente, relacionados a articulação entre Estado e sociedade civil, fazendo uso de uma base sólida de informações confiáveis com foco em estratégias preventivas e repressivas direcionadas a locais com alta concentração de homicídios e a grupos vulneráveis (BEATO FILHO, 2012).

Sobre a adoção de políticas voltadas a prevenção e controle dos homicídios, no âmbito nacional foram sendo estabelecidos sucessivas intervenções que buscavam incidir na formação dos profissionais de segurança pública, no apoio aos estados e municípios para a formulação de políticas públicas específicas e em ações de cooperação com organismos nacionais e internacionais relacionados à prevenção à violência e/ou à repressão à crimes. Dentre essas, destacam-se o Programa Nacional de Segurança (2000), o Projeto Segurança Pública (2002), o Programa Nacional de Segurança Pública com Cidadania (2007) e, mais recentemente, entre os anos de 2011 e 2014, o Brasil Mais Seguro e o Plano Juventude Viva (FREITAS, 2015).

Em relação as iniciativas locais, o principal desafio é abordar a transversalidade usando todas as ferramentas disponíveis para entender e influenciar as da realidade criminal a partir de uma visão holística, contemplando intervenções na segurança com foco em

determinados segmentos populacionais de determinadas comunidades, em atividades para jovens e em ações para aumentar a legitimidade e confiança na polícia, prevendo o monitoramento e a avaliação dos resultados e impactos dos programas.(CASTRO *et al.*, 2004; RATTON *et al.*, 2014).

Freitas (2015) fez um mapeamento dos programas estaduais de segurança pública nos estados com maiores índices de homicídios no ano de 2010, entre eles podemos destacar:

- São Paulo contra o Crime (2001 - SP): Ações voltadas à inteligência investigativa, georreferenciamento regional, modernização das polícias e aproximação das mesmas com a comunidade.
- Programa Fica Vivo (2002 - MG): Ações de prevenção e de repressão em áreas de risco com altos indicadores de criminalidade violenta, contando com a ação integrada da esfera federal, estadual e municipal, do Poder Judiciário, do Ministério Público Estadual, bem como de organizações não governamentais.
- Pacto pela Vida (2007 - PE): Ações a partir de pactuação entre a sociedade, o Poder Judiciário, o Ministério Público, a Assembleia Legislativa, os municípios e a União focadas na resolução de problemas pontuais. Originou o Plano Estadual de Segurança Pública (PESP-PE 2007) para prevenção e controle da criminalidade.
- UPP's (2008 - RJ): As Unidades de Polícia Pacificadora (UPP) foram instituídas para trabalhar com os princípios da polícia de proximidade com estratégia fundamentada na parceria entre a comunidade e as instituições de segurança pública.
- Pacto Pela Vida (2011 - BA): Programa pactuado junto a sociedade, articulado e integrado com o Poder Judiciário, a Assembleia Legislativa, o Ministério Público, a Defensoria Pública, os municípios e a União. O objetivo principal é voltado para a redução de vários índices de violência a partir da promoção da paz social.
- Programa Estado Presente (2011 – ES): Orientado para resultados, o programa faz parte do ciclo de instalação de uma política pública de enfrentamento da criminalidade com propósitos claros e fundamentados em valores, ferramentas de gestão e monitoramento com envolvimento coletivo.
- Paraíba Unida pela Paz (2011 - PB): Programa com ações orientadas para resultados e baseado na estrutura de governança da segurança pública com pretensão de incidir sobre os crimes violentos por meio de ações de defesa social e repressão qualificada.
- Alagoas pela Paz (2011 – AL): O programa promove ações de monitoramento da violência, em especial a articulação e execução da Política sobre Drogas, desde a

prevenção, recuperação, tratamento e reinserção social de dependentes químicos, além de ações integradas para redução de oferta e diminuição de crimes violentos.

É possível perceber que esses programas tem em comum o esforço para articulação conjunta entre os diversos setores e à adoção de uma plano estratégico com definição de objetivos e valores. Na próxima seção será apresentado o programa “Em Defesa da Vida”, uma das iniciativas governamentais do Ceará para a redução da violência no estado.

3. PROGRAMA EM DEFESA DA VIDA NO CEARÁ

O programa “Em Defesa da Vida” no estado do Ceará, coordenado pela Secretaria de Segurança Pública e Defesa Social (SSPDS), foi implementado em caráter experimental em janeiro de 2014 e seu lançamento deu-se no mês de abril do mesmo ano. Os objetivos principais dessa política envolvem a redução dos crimes violentos, o aumento de prisões, a integração entre os diversos agentes e o aumento de produtividade (CEARÁ PACÍFICO MOVIMENTO PELA VIDA - MATRIZ DE ACOMPANHAMENTO, 2017).

Para esse fim, foram criados controles e metas com foco nos seguintes indicadores: Crimes Violentos Letais e Intencionais (CVLI); Crimes Violentos contra o Patrimônio (CVP) e Solução de Crimes e Prisões (SCP). Além do estabelecimento dos Territórios e das Áreas Integradas de Segurança – AIS considerando a compatibilização e a integração territorial das regiões, áreas e distritos no âmbito da Segurança Pública.

Tais iniciativas foram regulamentadas através de dispositivos legais como o Decreto N° 31.448/2014 de 24/03/2014 (DOE 31/03/2014), que trata do sistema de definição, distribuição e gerenciamento de metas para os indicadores estratégicos de criminalidade e da política de compensação pecuniária no estado do Ceará, e a Portaria N° 090/2014-GS de 13/03/2014 (DOE 31/03/2014), que institui os Territórios e as AIS.

A Lei Estadual n°. 15.558/2014, que dispõe sobre o Sistema de Compensação pelo Cumprimento de Metas por Indicadores Estratégicos de Criminalidade no Estado do Ceará, também corresponde a um dos marcos legais do programa, concomitante com a divulgação da Lei Complementar N° 133, de 11/03/2014 (DOE 18/03/2014) que cria o fundo de incentivo ao cumprimento de metas – FUMECE na área de segurança pública do estado do Ceará. Seu intuito é consiste no custeio da compensação pecuniária devida aos policiais civis e militares, no âmbito do Sistema de Compensação instituído.

O Sistema de compensação citado, remunera as forças policiais de acordo com o desempenho baseado nas metas previamente determinadas. Para fins de premiação o desempenho é medido através da formulação de uma nota composta por: 20% referente ao resultado estadual, 20% referente ao resultado da região e 60% referente ao resultado da AIS. A premiação financeira é paga em valores contínuos, de 0% a 100% de acordo com os componentes estadual, regional e local, além de levar em conta o desempenho de outras AIS, outros Territórios e do Estado e a localização geográfica e a patente do servidor (ASSIS E RICARDO, 2017 e SILVA, 2017).

O controle se dá por meio de planos de ação integrada aliada a uma rotina sistemática de acompanhamento dos resultados coordenado pela Secretaria de Segurança Pública e Defesa Social através de reuniões semanais com a participação das instancias policiais (Polícia Militar, Polícia Civil, Bombeiros Militares e Perícia Forense) responsáveis por todas as áreas, além da participação do governador do estado uma vez por mês (SILVA, 2017).

4. ESTRATÉGIA EMPÍRICA E DADOS

4.1 Estratégia Empírica

Para avaliar o impacto do Programa “Em Defesa da Vida” na redução das taxas de mortalidade no estado do Ceará foi utilizado um desenho de Séries Temporais Interrompidas. Nesse tipo de estudo, uma série temporal de uma variável de interesse é interrompida por uma intervenção em um dado período e sua tendência subjacente na ausência da intervenção é utilizada para compor um “contrafactual” dentro de uma única população, permitindo a comparação na avaliação de impacto a partir da análise de mudanças que ocorrem no período pós-intervenção (LOPEZ BERNAL *et al.*, 2016; CASTRO-AVILA *et al.*, 2019).

Uma vez que as observações são realizadas na mesma população, as diferenças entre os grupos não apresentam um problema, todavia, uma limitação potencial de projetos de séries temporais interrompidas é a possibilidade de que outros fatores, como mudanças sociais, climáticas ou econômicas, ocorram simultaneamente a intervenção e possam distorcer as estimativas dos efeitos da política (SHADISH *et al.*, 2002; FOWLER *et al.*, 2007; HUMPHREYS *et al.*, 2017).

Com o intuito de descartar a possibilidade de conferir, erroneamente, quaisquer alterações a fatores causais não relacionados à intervenção analisada, nesse estudo, seguindo o

trabalho de Humphreys *et al.* (2017), foram adicionadas as seguintes adaptações no desenho de séries temporais interrompidas: análise das taxas de homicídio por 100 mil habitantes em quatro estados comparados (estados que fazem fronteira com o Ceará: Piauí, Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco) e análise dos resultados de uma série temporal de controle (taxas de suicídio por 100 mil habitantes).

Para identificar o impacto da intervenção na redução dos homicídios no Ceará, foi explorando o período anterior e posterior ao lançamento do programa que ocorreu no mês de abril de 2014. O período posterior a 2016 não foi incluído no estudo por 2017 ter um resultado atípico de recorde na taxa de homicídio devido, principalmente a ação acentuada das facções criminosas no estado (CERQUEIRA *et al.*, 2019).

A extração de dados de mortalidade originou 4 séries temporais: mortes relacionadas a homicídios no Ceará e nos estados de comparação e mortes relacionadas a suicídio no Ceará e nos estados de comparação. As análises das séries de suicídio testaram efeitos de intervenção comparáveis em variáveis que podem ser igualmente sensíveis às tendências sociais e econômicas das séries de homicídios, mas que não acreditamos serem afetadas pela programa.

Foram realizadas análises de séries temporais com modelos de regressão ajustados para sobredispersão (quasi-Poisson) e comparados o número de pessoas mortas por mês ao longo da série de tempo. A melhoria da robustez da análise deu-se através do controle de tendência temporal e padrões sazonais usando tendência linear e ajuste por termos de Fourier, conforme sugerido nos trabalhos de Bhaskaran *et al.* (2013), Humphreys *et al.* (2017) Lopez Bernal *et al.* (2016) e Lopez Bernal *et al.* (2018). A autocorrelação também foi avaliada através do gráfico de resíduos e da função de autocorrelação parcial e, onde os dados são normalmente distribuídos, foi realizado o teste de Breusch-Godfrey. O modelo para cada resultado pode ser resumido da seguinte forma:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 X_t + \sum_k \left[\beta_{3k} \sin\left(\frac{2k\pi t}{T}\right) + \beta_{4k} \cos\left(\frac{2k\pi t}{T}\right) \right] + \beta_5 P_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Onde Y_t corresponde a variável relacionada as mortes ocorridas ao longo do tempo t ; X_t identifica os períodos pré-intervenção e pós-intervenção; k indica a periodicidade da sazonalidade ($k = 2$ para a sazonalidade semestral, por exemplo); T representa o número de períodos descrito por função; P_t é a variável *dummy* de definição entre grupo de controle e de tratamento, multiplicado pela tendência temporal, e ε_t é o termo de erro.

Todas as análises dos dados foram realizadas no software estatístico R (versão 3.1.2; RStudio, Inc), utilizando o RStudio (versão 1.1.453; RStudio Inc). A significância estatística foi considerada como $P < 0,01$.

4.2. Dados

Como o programa “Em Defesa da Vida” não possui objetivos específicos relacionados a inteligência policial contra as facções criminosas, escolhemos realizar a análise até 2016. O ano de 2017 iniciou um período de instabilidade devido ao fim do pacto de convivência harmoniosa em presídios e em comunidades feito por facções criminosas instaladas no Ceará (Comando Vermelho, Primeiro Comando da Capital, Família do Norte e Guardiões do Estado), fazendo com que fossem atingidos níveis alarmantes de violência e, conseqüentemente, um aumento recorde na taxa de homicídios. A quantidade de crimes violentos letais e intencionais foi 50,71% superior ao ano de 2016 devido, principalmente, a disputa das facções criminosas (FERREIRA FILHO, 2019).

Coletamos totais mensais de quantidade de homicídios e de suicídios no estado do Ceará, do Piauí, do Rio Grande do Norte, da Paraíba e de Pernambuco entre os meses de janeiro de 2010 e de dezembro de 2016. Os dados foram acessados por meio do sistema Tabnet, disponibilizado no endereço eletrônico do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – Datasus do Ministério da Saúde⁴. A classificação das causas de morte ocorreu a partir da Classificação Internacional de Doenças, 10^a Revisão (CID-10), onde, para mortes relacionadas a homicídios, agregamos todos os resultados específicos das categorias X85 a Y09 e Y35 e Y36 e, para suicídios, os das categorias X60 a X84.

Para os cálculos de taxa de mortalidade por 100 mil habitantes, incluímos a coleta da variável relacionada a totais populacionais dos estados utilizando as estimativas do total da população das Unidades da Federação brasileira publicadas anualmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)⁵.

5. RESULTADOS

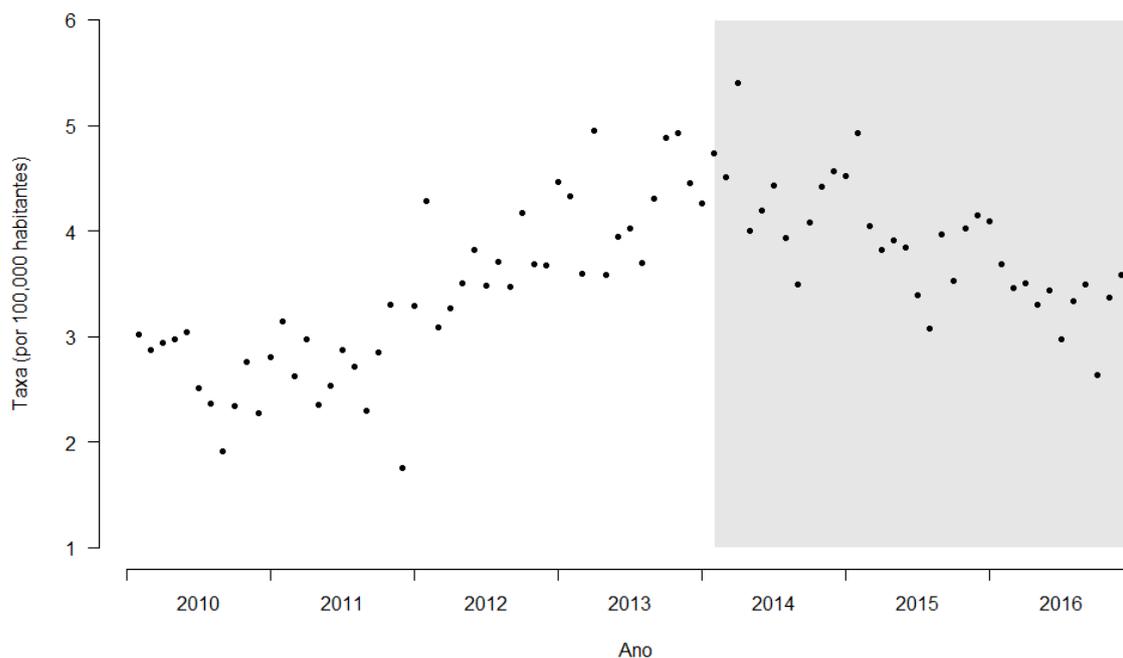
A figura 2 mostra o total mensal de homicídios no Ceará por 100 mil habitantes no período anterior e no período posterior ao lançamento do programa “Em Defesa da Vida” em

⁴ Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/ext10uf.def>

⁵ Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>

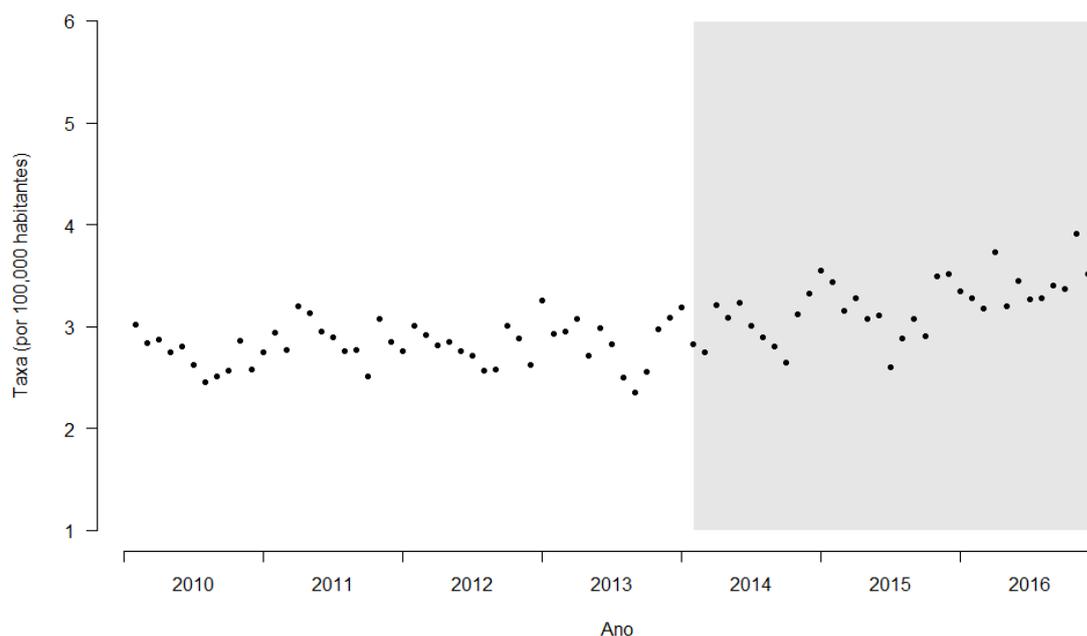
abril de 2014. Após analisar o intervalo entre as datas e a diferença entre a quantidade de homicídios no Ceará no período pré-pós intervenção, é possível visualizar que houve uma mudança na tendência inicial de aumento de homicídios a partir da intervenção, tal mudança não é percebida nos demais estados de comparação, como mostra a figura 3, fortalecendo a hipótese de eficácia do programa “Em Defesa da Vida” no Ceará.

Figura 2. Taxa de Homicídio no Ceará - 2010 a 2016



Fonte: Estimativa dos autores, a partir dos dados da pesquisa.

Figura 3. Taxa de Homicídio nos estados de comparação - 2010 a 2016



Fonte: Estimativa dos autores, a partir dos dados da pesquisa.

A tabela 01 apresenta as estatísticas resumidas do período anterior e do posterior ao lançamento do programa nas séries analisadas. A média mensal de homicídios ocorridos no estado do Ceará até março de 2014, mês que antecede o lançamento do programa, é de 295,9, no período posterior a essa medida a média é de 337,4.

Considerando a taxa de mortalidade por 100 mil habitantes, encontramos um valor de 3,43 no período pré-intervenção e 3,79 no pós-intervenção no Ceará, nos estados de comparação, os valores são inferiores aos do Ceará para o período pré e pós, 2,83 e 3,25, respectivamente, porém a diferença da média entre os períodos é maior: taxa aproximadamente 0,42 maior para os estados de comparação, enquanto para o Ceará o aumento foi de 0,36.

Os resultados encontrados para a série de controle relacionada a mortes por suicídio mostra que, em ambos os períodos, a taxa de mortalidade mensal média no Ceará é superior a encontrada nos estados de comparação, 0,52/ 0,58 e 0,41/ 0,46, respectivamente. No período posterior a intervenção houve aumento nos índices de suicídio em pequena proporção.

Tabela 1. Estatísticas resumidas dos dados antes e depois

	Média mensal					
	Total de mortes			Taxa de mortalidade (por 100.000 hab.)		
	Antes	Depois	Dif. (%)	Antes	Depois	Dif. (%)
Homicídios						
Ceará	295,9	337,4	14,03%	3,43	3,79	10,56%
Estados de comparação	543	655	20,63%	2,83	3,25	14,86%
Suicídios						
Ceará	44,82	47,76	6,56%	0,52	0,58	11,45%
Estados de comparação	72,43	82,15	13,42%	0,41	0,46	12,62%

Fonte: Estimativa dos autores, a partir dos dados da pesquisa.

Após a aplicação do desenho de séries temporais interrompidas, depois de contabilizarmos as tendências subjacentes estimamos 24,8% (RR: 0,78; IC95%; 0,68-0,90; $P < 0,01$ – Tabela 2) de redução na taxa mensal de homicídio pós-intervenção quando comparado com as tendências pré-intervenção para o estado do Ceará.

Para os resultados estimados de impacto na taxa de homicídio dos estados usados como controle, encontramos que essas estimativas para a variável relacionada a intervenção não foram significativas mostrando que não houve evidências de impacto considerável estatisticamente, dando robustez ao resultado de impacto do programa “Em Defesa da Vida” na redução das taxas de homicídios no Ceará.

As análises das taxas de suicídio no Ceará após o lançamento do programa também não mostraram evidências de efeitos comparáveis aos das taxas de homicídio. Essas descobertas ajudam a descartar a possibilidade de que nossas estimativas possam ter sido perturbadas por outras tendências sociais ou econômicas (por exemplo, a recessão econômica de 2014) que podem ter impactado os padrões de homicídio.

Tabela 2. Impacto do programa “Em Defesa da Vida” sobre taxas de mortalidade por homicídios e suicídios no Ceará e nos estados de comparação

	Total de mortes - Risco Relativo (IC 95%)	
	Tendência	Ponto de Mudança
Homicídios		
Ceará	1,009 (1,006 1,012) ^a	0,780 (0,677 0,900) ^c
Estados de comparação	1,002 (1,001 1,003) ^c	1,069 (1,010 1,130) ^b
Suicídios		
Ceará	1.003 (1.000 1.005)	0.922 (0.814 1.044)
Estados de comparação	1.004 (1.002 1.006) ^c	0.925 (0.831 1.030)

a - P < 0,001.

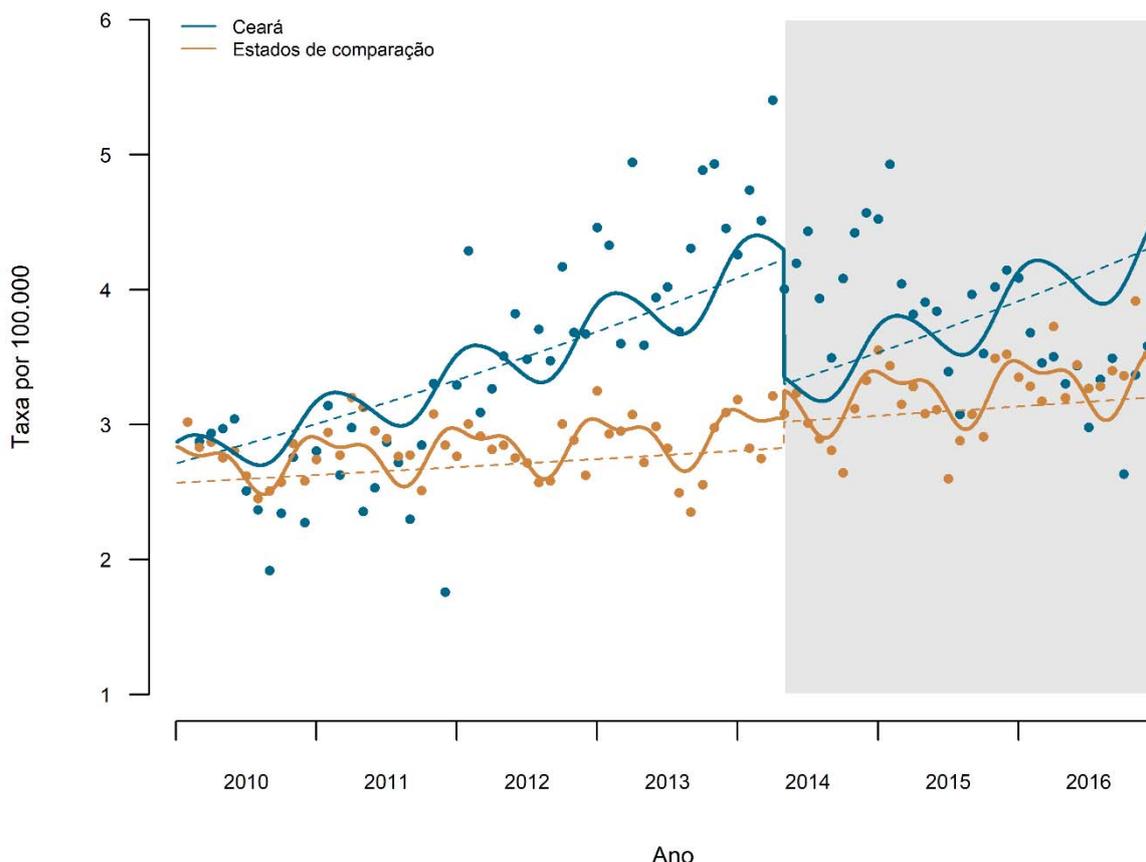
b - Detecção de autocorrelação serial significativa pelo teste Breusch – Godfrey, uso de erros padrão robustos.

c - P < 0,01.

Fonte: Estimativa dos autores, a partir dos dados da pesquisa.

A figura 4 mostra a magnitude do efeito do programa para homicídios no Ceará em relação as tendências estimadas no período pré intervenção, além do resultados encontrado para os estados de comparação, evidenciando a redução de mais de 24% nas taxas de mortalidade por 100 mil habitantes. Os pontos de dados representam taxas mensais de homicídio no Ceará e nos estados de comparação, as linhas tracejadas retas representam estimativas ajustadas usando um modelo de mudança de etapa linear e as linhas curvas representam valores ajustados para modelos com ajuste sazonal.

Figura 4. Impacto do programa “Em Defesa da Vida” sobre taxas de homicídios



Fonte: Estimativa dos autores, a partir dos dados da pesquisa.

O Programa "Em Defesa da Vida" possui uma efetividade sobre as taxas de criminalidade no estado do Ceará, se comparados a outros estados que não são beneficiados por tal programa. Essa análise consiste em uma avaliação no curto prazo, o que deixa margem para investigações de longo prazo em estudos futuros, visto que a literatura econômica de resultados de ações de políticas públicas sugere observações no curto e longo prazo, para uma análise mais consistente dos resultados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente estudo é apresentar uma avaliação de impacto do Programa “Em Defesa da Vida” sobre homicídios no Ceará. Para tanto, faz-se uso de um desenho de séries temporais interrompidas com adaptações relacionadas a análise das taxas de homicídio por 100 mil habitantes em estados comparados e análise dos resultados de uma série temporal de controle (taxas de suicídio por 100 mil habitantes).

A despeito da redução na taxa de mortalidade no Ceará por homicídios ao longo dos anos de 2014 a 2016, foi possível verificar, a partir de dados disponibilizados pelo DATASUS

e pelo IBGE, que há participação estatisticamente significativa dos efeitos do programa “Em Defesa da Vida”. Encontramos na estimação realizada o percentual de 24,8% de redução na taxa mensal de homicídios no período pós-intervenção, quando comparado com as tendências no período pré-intervenção no estado.

Por outro lado, as taxas de homicídio nos estados de comparação (Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí e Pernambuco) e as taxas de suicídio em todas as regiões de análise não sofreram impacto estatisticamente significativo no período posterior ao lançamento do programa, dando robustez ao resultado estimado de impacto na redução de homicídio encontrado para o Ceará.

Como limitação do estudo, temos o fato de não haver análise do impacto em crimes violentos que também são relacionados aos objetivos do programa mas não são letais. Além disso, essa análise também é suscetível a vieses por diferenças em fatores que influenciam as taxas de homicídios nos diferentes espaços geográficos do Ceará.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, Luís Otávio Milagres de; RICARDO, Carolina. Balanço das políticas de gestão para resultado na segurança pública. Instituto Sou da Paz, 2017. Disponível em: http://www.soudapaz.org/upload/pdf/balanco_da_gestao_publica.pdf>. Acesso em: 21 de set. de 2019.

BEATO FILHO, Cláudio Chaves. Crime e Cidades. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2012.

CASTRO, Mônica S Monteiro de; SILVA, Bráulio Figueiredo Alves da; ASSUNÇÃO, Renato M; BEATO FILHO, Claudio Chaves. Regionalização como estratégia para definição de políticas públicas de controle de homicídios. **Cadernos de Saúde Pública** (ENSP. Impresso). Rio de Janeiro, v. 20, n.5, p. 1269-1280, 2004.

CASTRO-AVILA, A., BLOOR, K., & THOMPSON, C. (2019). The effect of external inspections on safety in acute hospitals in the National Health Service in England: a controlled interrupted time-series analysis. **Journal of health services research & policy**, <https://doi.org/10.1177/1355819619837288>

CEARÁ PACÍFICO MOVIMENTO PELA VIDA. Ceará Pacífico em Ação – Matriz de Acompanhamento. Disponível em: https://www.ceara.gov.br/wpcontent/uploads/2017/12/CP_Livro3_Ceara%CC%81-Paci%CC%81fico-emAc%CC%A7a%CC%83o.pdf. Acesso em: 21 de set. de 2019.

CERQUEIRA, Daniel; MELLO, João Manoel Pinho de; SOARES, Rodrigo R. Homicídios no Brasil: uma tragédia em três atos. **Prêmio BNDES de Economia**, v. 33, 2014.

CERQUEIRA, Daniel et al. Atlas da violência 2019. Brasília: IPEA, 2019. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatorio_institucional/190605_atlas_da_violencia_2019.pdf Acesso em: Acesso em: 16 de set. de 2019.

FERREIRA FILHO, Cristovam Colombo Cirqueira. Desafios e perspectivas da governança em segurança pública: uma avaliação do pacto por um Ceará pacífico no território do Vicente Pinzón. 2019. 195 f. Dissertação (Mestrado em Avaliação de Políticas Públicas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

FOWLER S, WEBBER, B. S. A., COOPER, A. Phimister, K. Price, Y. Carter, C. C. Kibbler, A. J. H. Simpson, S. P. Stone, Successful use of feedback to improve antibiotic prescribing and reduce Clostridium difficile infection: a controlled interrupted time series, **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, Volume 59, Issue 5, May 2007, Pages 990–995.

FREITAS, Felipe Silva. Discursos e práticas das políticas de controle de homicídios: uma análise do “Pacto pela vida” do Estado da Bahia (2011-2014). Dissertação de Mestrado. Brasília: UNB: 2015.

HUMPHREYS DK, GASPARRINI A, WIEBE DJ. Evaluating the impact of Florida’s ‘stand your ground’ self-defense law on homicide and suicide by firearm: an interrupted time series study. **JAMA Intern Med.** 2017;177:44–50. [PubMed]

LINDEN, A, ADAMS JL. Applying a propensity score-based weighting model to interrupted time series data: improving causal inference in programme evaluation. **J Eval Clin Pract**, 2011. 17(6): p. 1231-8.

LOPEZ BERNAL J, CUMMINS S, GASPARRINI A. (2016). Interrupted time series regression for the evaluation of public health interventions: a tutorial. **International journal of epidemiology**, 46(1), 348-355.

LOPEZ BERNAL J, CUMMINS S, GASPARRINI A. (2018). The use of controls in interrupted time series studies of public health interventions. **International journal of epidemiology**, 47(6), 2082-2093.

NÓBREGA JÚNIOR, José Maria Pereira da. “Violência homicida no Nordeste brasileiro: Dinâmica dos números e possibilidades causais” (DILEMAS – Vol. 10 – no 3 – SET/OUT/NOV/DEZ 2017 – pp. 553-572)

NOGUEIRA, Cláudio André Gondim; MEDEIROS Cleyber Nascimento de; OLIVEIRA Victor Hugo de. Desempenho Escolar, Violência e Background Familiar nas Escolas Públicas do Estado do Ceará. **Texto para Discussão IPECE**, n. 113, 2015.

RATTON, J. L.; GALVÃO, C.; FERNANDEZ, M. O Pacto pela Vida e a redução de homicídios em Pernambuco. Instituto Igarapé: Artigo Estratégico, 2014. Disponível em Acesso em: 18 Set. 2019.

SILVA, Tiago Monteiro da. Impacto da gestão para resultados nos indicadores criminais do Ceará: uma análise prévia e posterior à lei estadual nº 15.558/2014. 2017. 63f. - Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Programa de Economia Profissional, Fortaleza (CE), 2017.

SHADISH WR, Cook TD, Campbell DT. Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference. Boston: Houghton Mifflin Co; 2002.

WHO. World health statistics 2018: monitoring health for the Sustainable Development Goals. 2019. www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2018/en.

CENTROS DE PARTO NORMAL E A EPIDEMIA DE CESÁREAS NO CEARÁ: AVALIAÇÃO DE IMPACTO A PARTIR DO MÉTODO DE DIFERENÇAS EM DIFERENÇAS

Thaís Nogueira Facó de Paula Pessoa*

Antônio Rodrigues Ferreira Júnior**

Victor Hugo de Oliveira Silva***

RESUMO

O objetivo deste estudo é o de avaliar o impacto da implantação dos Centros de Parto Normal (CPNs) sobre a proporção de partos cesárea no Ceará. Explorando a expansão dessa infraestrutura da Rede Cegonha voltada para o parto humanizado em diferentes regiões de saúde do Ceará entre 2013 e 2017, foi possível estimar o efeito tratamento médio por meio do método de Diferenças em Diferenças. Os resultados mostram uma redução média de 2,8 pontos percentuais na proporção de nascimentos via parto cesárea em decorrência da implantação de sete CPNs no Ceará. Além disso, a análise de custo- benefício para a disponibilização dos CPNs sugere que tal infraestrutura de saúde é viável economicamente para o erário público. Desta forma, a expansão da Rede Cegonha no Ceará através da implantação de CPNs nas demais regiões de saúde poderia reverter o atual cenário de epidemia de cesáreas no Estado.

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the impact of the implementation of the Centros de Parto Normal (CPNs) on the proportion of C-sections in the Ceará state. Exploring the expansion of this infrastructure of the Rede Cegonha, which is focused on humanized childbirth, in different health regions of Ceará between 2013 and 2017, it was possible to estimate the average treatment effect using the Differences in Differences method. The results show an average reduction of 2.8 percentage points in the proportion of cesarean births due to the implantation of seven CPNs in Ceará. In addition, the cost-benefit analysis for the availability of the CPNs suggests that such health infrastructure is economically viable for the public purse.

* Secretaria de Saúde do Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, Brasil.

** Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil.

*** Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, Fortaleza, Brasil. Contato: (85) 987871979 / 31013512.

Thus, the expansion of the Rede Cegonha in Ceará through the implementation of the CPNs in the other regions could revert the epidemic scenario of the C- sections in the state.

JEL: I15, I18, J18.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas, a proporção de nascimentos via parto cesárea tem crescido globalmente. Entre 169 países analisados, o Brasil se destaca com uma proporção de 56% desse tipo de parto, sendo em parte determinada de forma eletiva entre mulheres mais escolarizadas (BOERMA et al., 2018) e por aquelas realizadas no setor privado (BETRÁN et al., 2018). Esse valor encontra-se bem acima do preconizado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que indica como taxa ideal de cesárea entre 10 a 15% (WHO, 2018).

Apesar da cesariana ser capaz de salvar vidas, o seu uso indiscriminado pode oferecer riscos à saúde da mulher e da criança. A literatura especializada tem apontado maiores riscos de desfecho materno grave (incluindo óbito materno) dos parto cesárea em relação ao parto vaginal, sendo o primeiro método indicado sob recomendações clínicas e quando os benefícios superam os riscos à saúde materno-infantil (FAHMY et al., 2018; SANDALL et al., 2018; MASCARELLO et al., 2018). Ademais, o crescimento do parto cesárea no Brasil gerará um impacto financeiro para o erário público da ordem de US\$ 80 milhões ao ano (ENTRINGER et al., 2018a), sendo seu valor 38% superior ao do parto vaginal (ENTRINGER et al., 2017).

Lançada em 2011, a Rede Cegonha tinha como foco principal a melhoria do serviço de saúde materno-infantil desenvolvendo ações de: pré-natal, parto e nascimento, puerpério e atenção integral à saúde da criança e sistema logístico (transporte sanitário e regulação) (BRASIL, 2011). Nesse contexto, a implantação dos Centros de Parto Normal (CPNs), que tem como finalidade ofertar serviço de atenção humanizada ao parto e nascimento, apresentava-se como importante estratégia de política pública para a reversão da trajetória de crescimento dos partos cesárea no Brasil (BRASIL, 2015).

Os CPNs, juntamente como o Projeto Parto Adequado que visa a valorização do parto normal e a redução o percentual de cesarianas sem indicação clínica na saúde suplementar (BRASIL, 2016), são considerados importantes apostas do Ministério da Saúde em busca da redução das taxas de cesáreas no país (BARROS et al., 2015).

A literatura recente tem apresentado evidências dos desfechos favoráveis dos serviços ofertados pelo CPNs, como também enfatizados a sua importância no atendimento a uma

demanda cada vez mais crescente com respeito ao parto normal humanizado (FAHMY et al., 2018; TEIXEIRA *et al.*, 2018).

Fazendo jus a seu histórico de pioneirismo em políticas de saúde pública (MENDES, 2010), o Estado do Ceará foi uma das primeiras unidades da federação a iniciar o processo de implantação da Rede Cegonha mediante a elaboração do Plano Estadual de Estruturação da Rede Cegonha no Estado do Ceará - 2012 a 2014 (CEARÁ, 2012). Até o ano de 2017, o Ceará contava com uma rede composta por sete CPNs em funcionamento.

Explorando a variação temporal e espacial da implantação da rede de CPNs em nível de região de saúde, o presente estudo busca avaliar o impacto desta política pública sobre a proporção de partos cesárea no Ceará. Para tanto, utiliza-se o método regressão de diferenças em diferenças para estimar o efeito tratamento médio da implantação dos CPNs sobre a proporção de partos cesárea nos municípios no Ceará.

2. MÉTODO

2.1 A Rede Cegonha no Ceará

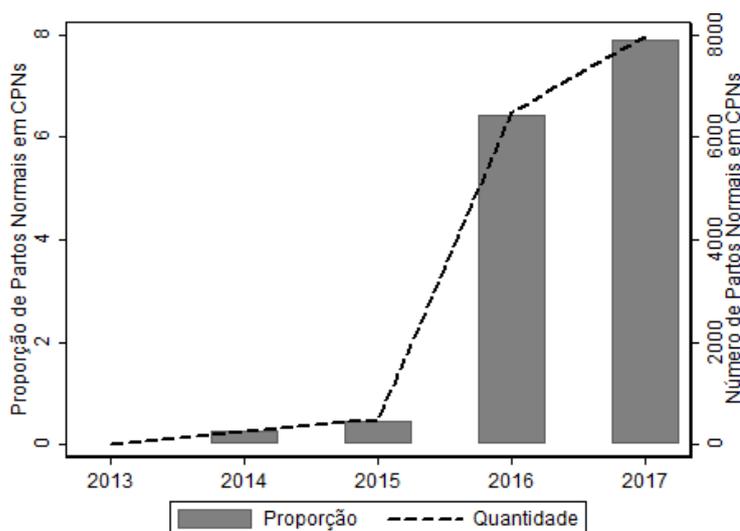
O Plano Estadual de Estruturação da Rede Cegonha no Estado do Ceará para o período de 2012 a 2014 estabeleceu a implantação de uma extensa rede de atenção materno-infantil. O plano previa além da construção de CPNs, a construção das casas da gestante, bebê e puérpera, a ampliação do número de leitos de UTI adulto e neonatal.

No caso dos CPNs, objeto da presente análise, estava previsto a implantação de 33 unidades nas 22 regiões de saúde do estado (CEARÁ, 2012). O plano previa sete unidades para a 1ª região de saúde (Fortaleza), três unidades para a 3ª região de saúde (Maracanaú), três unidades para a 11ª região de saúde (Sobral), dois unidades para a 21ª região de saúde (Juazeiro do Norte), e uma unidade para cada uma das dezoito regiões de saúde restante. No entanto, apenas sete das 33 unidades previstas foram efetivamente implantadas no Estado entre 2012 e 2017. Um total de 53 dos 184 municípios passaram a usufruir dos serviços ofertados pelos CPNs.

O CPN de Tauá, habilitado em 2013, tornou-se referência para quatro municípios na região de saúde (BRASIL, 2013). Em 2015 foram habilitados CPNs em Limoeiro do Norte (11 municípios), Maracanaú (oito municípios), Itapipoca (sete municípios), Tianguá (oito municípios) e Crateús (11 municípios) (BRASIL, 2015a, 2015b). Já em 2017 foi habilitado pelo Ministério da Saúde um CPN em Fortaleza, referência para quatro municípios (BRASIL, 2017).

Desde 2013, quando o primeiro foi habilitado, o número de partos normais realizados em CPN no Estado apresentou aumento considerável, passando de 261 no ano de 2014 para 7.967 partos normais no ano de 2017, representando 8% do total de partos realizados pelo Sistema Único de Saúde (SUS) neste último ano (Figura 1) segundo o Sistema de Informações Hospitalares do SUS.

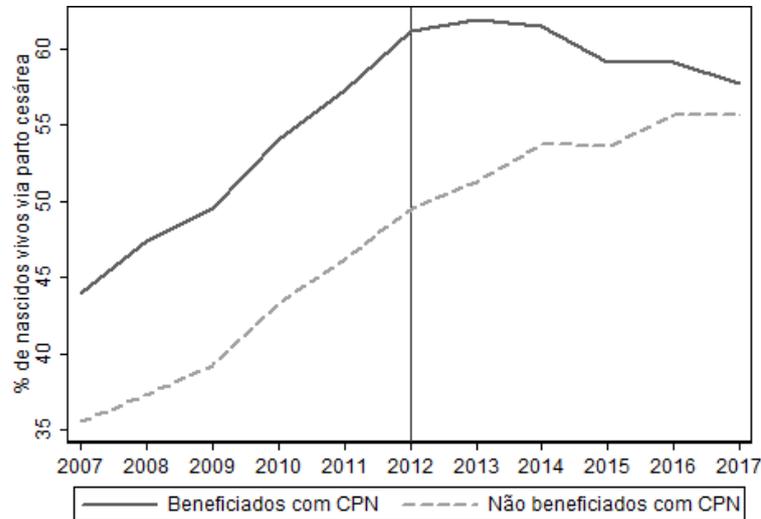
Figura 1. Proporção de partos normais em CPNs em relação ao total de partos realizados pelo Sistema Único de Saúde no Ceará.



Os reflexos desse aumento do número de partos normais realizados em CPNs no Ceará pode ser observado também como uma diminuição da proporção de partos cesáreas. A Figura 2 compara a proporção média de nascidos vivos via partos cesárea em municípios de regiões de saúde beneficiadas com CPNs em relação aos municípios de regiões de saúde não beneficiados com tal infraestrutura da Rede Cegonha.

No período de 2007 a 2012, a proporção média de nascidos vivos via parto cesárea entre municípios de regiões beneficiadas e não beneficiadas com CPNs saiu de 8,4 para 11,6 pontos percentuais. A partir de 2013, ano da habilitação do primeiro CPN no Ceará, a tendência temporal na proporção de nascidos vivos nos municípios de regiões de saúde beneficiadas com CPNs deixou de ser crescente e passou a decrescer, enquanto a tendência temporal do indicador observada para os municípios de regiões não beneficiadas continuou a crescer. Em 2017, a diferença na proporção média de nascidos vivos entre os dois grupos de municípios caiu para 2,0 pontos percentuais.

Figura 2. Proporção de nascidos vivos via parto cesárea para municípios de regiões de saúde beneficiadas com CPN, e para municípios de regiões de saúde não beneficiadas. Ceará, 2007 a 2017.



Portanto, a Figura 2 sugere que a implantação de CPNs, embora tenha sido parcial, pode ter repercutido na proporção de partos cesáreas em todo o Estado, a partir da oferta de um serviço qualificado e humanizado de atenção ao parto de gestantes de risco habitual. No intuito de mensurar o real impacto dessa política pública, propõe-se a estimação do efeito tratamento médio (ETM) por meio do método de Diferenças em Diferenças (DD) descrito na próxima subseção.

2.2 Modelo Empírico

No intuito de estimar o impacto dos CPNs sobre os nascimentos via parto cesárea, o presente estudo explora a implantação não simultânea dessa infraestrutura da Rede Cegonha no Ceará. Os 53 municípios das regiões de saúde beneficiadas com CPN formam o grupo de tratamento do presente estudo (ver Tabela 1). Os demais 131 municípios das regiões de saúde sem CPN formam o grupo “controle”.

A Figura 2, sugere que o ETM da implantação dos CPN sobre a proporção de partos cesárea no Ceará pode ser estimado via método DD (ANGRIST & PISCHKE, 2009). Tal método se adequa perfeitamente ao propósito do presente estudo, pois permite estimar o efeito causal a partir da comparação entre municípios de regiões de saúde beneficiadas e não beneficiadas com a infraestrutura de apoio ao parto humanizado, antes e depois da intervenção, ou seja, antes e depois da habilitação dos CPNs.

Esse método foi utilizado, por exemplo, para estimar o impacto das privatizações dos serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto sobre a mortalidade infantil na Argentina na década noventa (GALIANI et al., 2005), para avaliar o efeito da expansão do Programa Saúde da Família na mortalidade infantil no Brasil entre 1994 e 2004 (ROCHA & SOARES, 2010), bem como para analisar fusões ocorridas no setor hospitalar brasileiro (GHIRADINI, 2015).

Segundo o método DD, a proporção de nascimentos via parto cesárea pode ser expressada através da seguinte forma linear, isto é,

$$Y_{mt} = \alpha + \rho CPN_{mt} + X_{mt}\Gamma + \lambda t + \lambda m + \varepsilon_{mt} \quad (1)$$

onde Y_{mt} é a proporção de nascidos vivos via partos cesárea do município m no ano t . A variável de interesse é variável explicativa CPN_{mt} , a qual assume valor 1 para municípios das 7 regiões de saúde beneficiadas (ou tratados) a partir do ano de habilitação, e 0 para os municípios de regiões de saúde não beneficiadas (ou controle). Logo, o coeficiente ρ captura o ETM da implantação dos CPNs na proporção de partos cesárea no Ceará. Assume-se, como hipótese básica, que na ausência da intervenção (isto é, na ausência de implantação dos CPN), as diferenças na proporção de parto cesárea entre municípios tratados (beneficiados) e controle (não beneficiados) deveriam manter-se constantes ao longo de todo o período.

Ademais, o termo λt captura mudanças na tendência histórica da proporção de partos cesáreas no Ceará entre 2007 e 2017, ou seja, estes são os efeitos fixos de tempo. Esses efeitos são capturados ao incluirmos variáveis binárias (10 variáveis) que indicam o respectivo ano da janela de tempo. Já o termo λm captura os fatores não observáveis dos municípios, os quais se mantêm fixos no tempo e explicam parte da diferença na proporção de parto cesárea entre municípios beneficiados e não beneficiados com CPNs. Neste caso, inclui-se variáveis binárias (183 variáveis) que indicam o respectivo município da amostra. Finalmente, o termo ε_{mt} é o erro aleatório, o qual é assumido ser independente e normalmente distribuído com média zero e variância finita.

Todavia, a proporção de nascimentos via parto cesárea nas regiões de saúde do Ceará pode ser explicada por fatores externos à implantação dos CPNs, mas cuja omissão pode levar a estimativas incorretas devido ao problema de supressão de variáveis. No Brasil, o número de partos cesárea está associado não somente às características socioeconômicas e demográficas das gestantes (BARROS et al., 2011), como também à disponibilidade de infraestrutura de saúde dos municípios (BARROS *et al.*, 2015; MAGALHÃES et al., 2019). Neste caso, o vetor

de variáveis explicativas que variam no tempo, X_{mt} , inclui: a proporção de recém-nascidos de mães com idade menor do que 20 anos, a proporção de recém-nascidos de mães com menos de 8 anos de estudos, proporção de recém-nascidos de mães casadas ou em união consensual, número de equipes do programa Saúde da Família por habitante, e número de leitos neonatais (hospitalares) por nascido vivo. A proporção de recém-nascidos com baixo peso ao nascer (peso ao nascer < 2.500 g) também foi incluída como variável explicativa na equação (1).

Considerou-se também a inclusão da variável de alinhamento político-partidário entre os governos municipais e o governo estadual, numa tentativa de controlar a potencial influência do alinhamento político sobre a alocação dos CPNs no território. O uso de variáveis que capturam o efeito de partidos políticos em análises de impacto de políticas públicas tem sido usual na literatura especializada (GALIANI *et al*, 2005; ROCHA & SOARES, 2010).

Os dados utilizados no estudo provêm do Departamento de Informática do SUS (DATASUS), que reúne dados administrativos de diversos sistemas de informação do Ministério da Saúde. Particularmente, a maior parte das variáveis é oriunda do Sistema de Nascidos Vivos (SINASC), além de variáveis oriundas do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) e do Tribunal Superior Eleitoral (TSE). As variáveis foram geradas para os 184 municípios do Ceará entre os anos de 2007 e 2017. Portanto, o tamanho total da amostra utilizada no presente estudo é de 2.024 observações.

3. RESULTADOS

A Tabela 1, a seguir, apresenta a média e desvio padrão para o conjunto de variáveis controle do estudo, correspondendo ao período anterior a habilitação do primeiro CPN no Ceará (2007-2012). Nessa tabela, algumas diferenças são estatisticamente significativas, podendo explicar em parte as diferenças na proporção de nascidos vivos via parto cesárea entre municípios de regiões beneficiadas com CPN e municípios de regiões não beneficiadas no período pré-intervenção. Por exemplo, os municípios de regiões beneficiadas possuem menor proporção de mães menos escolarizadas, menor proporção de mães casadas ou vivendo em união consensual, e menor cobertura das equipes do Programa Saúde da Família em relação ao total de nascidos vivos da localidade.

Tabela 1. Média e desvio padrão das variáveis explicativas para municípios beneficiados e não beneficiados com CPNs entre 2007 e 2012.

	Todos	Beneficiados (A)	Não Beneficiados (B)	Diferença (A-B)
% de nascidos vivos com baixo peso ao nascer	5,98 (1,78)	6,01 (1,79)	5,97 (1,78)	0,04
% de nascidos vivos de mães com menos de 7 anos de estudos	49,21 (11,02)	47,93 (10,79)	49,84 (11,08)	-1,91***
% de nascidos vivos de mães com menos de 20 anos de idade	22,91 (3,37)	23,16 (3,34)	22,79 (3,37)	0,37
% de nascidos vivos de mães casadas ou vivendo em união consensual	41,79 (16,71)	38,62 (15,91)	43,37 (16,89)	-4,75***
Equipes de saúde da família por 1.000 nascidos vivos	20,62 (8,23)	19,88 (9,87)	20,99 (7,26)	-1,11**
Número de leitos neonatal por 1.000 nascidos vivos	14,18 (15,04)	13,41 (15,68)	14,56 (14,71)	-1,15
Observações	1.104	366	738	

Desvio padrão entre parênteses.

** p-valor < 0,05, *** p-valor < 0.01.

Outro importante aspecto a ser discutido no presente estudo diz respeito aos fatores que influenciaram a alocação dos CPN nas regiões de saúde do Ceará, a escolha das regiões beneficiadas não se deu de maneira aleatória. A Tabela 2 apresenta o Modelo *Logit*, cuja variável dependente é se o município foi beneficiado com CPN em sua região de saúde (CPN_{mt}) entre 2012 e 2017. O intuito deste modelo é o de verificar se a alocação dos CPNs no Ceará está associada: i) às mudanças prévias na proporção de nascidos vivos via parto cesárea; ii) às características sociodemográficas e de saúde dos nascidos vivos e da mães anteriores à intervenção (2007 a 2012); iii) ao nível de desenvolvimento humano, taxa de fecundidade e urbanização dos municípios em 2010; e iv) ao alinhamento partidário entre municípios e governo estadual entre 2012 e 2013.

Tabela 2. Estimativas do MLP para municípios de regiões de saúde beneficiadas com CPNs entre 2012 e 2017.

	Efeito Marginal	IC95%
<i>Mudanças no parto- cesárea pré-habilitação dos CPNs</i>		
% de nascidos vivos via parto cesárea (Δ_{t-1})	-0,0013	(-0,0052;0,0026)
<i>Características sociodemográficas e de saúde entre 2007 e 2012</i>		
% de nascidos vivos via parto cesárea	0,0018	(-0,0021;0,0058)
% de nascidos vivos com baixo peso ao nascer	-0,0197	(-0,0472;0,0078)
% de nascidos vivos de mães com menos de 7 anos de estudos	0,0004	(-0,0040;0,0048)
% de nascidos vivos de mães com menos de 20 anos de idade	0,0177***	(0,0061;0,0292)
% de nascidos vivos de mães casadas ou em união consensual	-0,0008	(-0,0028;0,0011)
Equipes de saúde da família por 1.000 nascidos vivos	-0,0097**	(-0,0180;-0,0013)
Número de leitos neonatal por 1.000 nascidos vivos	-0,0009	(-0,0035;0,0017)
<i>Características dos municípios em 2010</i>		
Taxa de urbanização	-0,0029**	(-0,0058;-0,0001)
Taxa de fecundidade	-0,0157	(-0,1268;0,0954)
Índice de Desenvolvimento Humano	0,7307	(-0,4321;1,8935)
População entre 10.0000 e 20.0000 habitantes	0,0701	(-0,0236;0,1638)
População entre 20.0000 e 50.0000 habitantes	0,0162	(-0,0842;0,1166)
População acima de 50.000 habitantes	0,0161	(-0,1209;0,1530)
Alinhamento partidário entre prefeituras e governo do estado	0,0076	(-0,0984;0,1137)
Tendência linear	0,0939***	(0,0518;0,1360)
<i>Teste de significância conjunta</i>		
Características sociodemográficas e de saúde (2007-2012)		23,26***
Características dos municípios em 2010		10,51
Pseudo-R ²		0,33
Teste Wald		106,89***
Observações		1.104

Erro padrão ponderado pelo número de nascidos vivos dos municípios por ano.

**** p-valor < 0,05, *** p-valor < 0.01.**

Os resultados mostram que a alocação de CPN está positivamente associada pela maior proporção de mães jovens em municípios com menor cobertura das equipes do programa Saúde da Família em relação ao total de nascidos, e com baixa taxa de urbanização. A tendência linear positiva mostra que ao longo dos anos há um crescimento na probabilidade dos municípios de

serem beneficiados com CPN no Ceará. Todavia, mudanças recentes na proporção de nascimentos via parto cesárea, bem como a proporção de nascimentos via parto cesárea pré-intervenção, não possuem qualquer influência na probabilidade de um município ser beneficiado com CPN. Ademais, o alinhamento político-partidário entre governo municipal e estadual não influencia a alocação de CPN no Ceará.

Diante do exposto, a Tabela 3 apresenta a estimativa para o efeito tratamento médio da implantação dos CPN sobre a proporção de nascimentos via parto cesárea no Ceará com base na estimação da equação (1).

Tabela 3. Estimação do efeito da implantação dos CPNs sobre a proporção de nascidos vivos via parto cesárea no Ceará

	Coefficientes	IC95%
Implantação dos CPNs	-2,7571***	(-4,4480;-1,0662)
% de nascidos vivos com baixo peso ao nascer	0,0843***	(0,0475;0,1211)
% de nascidos vivos de mães com menos de 7 anos de estudos	-0,1579***	(-0,2616;-0,0543)
% de nascidos vivos de mães com menos de 20 anos de idade	0,1091	(-0,0324;0,2507)
% de nascidos vivos de mães casadas ou em união consensual	0,0061	(-0,0318;0,0440)
Equipes de saúde da família por 1.000 nascidos vivos	0,0635	(-0,0240;0,1509)
Número de leitos neonatal por 1.000 nascidos vivos	0,1565**	(0,0336;0,2794)
Alinhamento partidário entre prefeituras e governo do estado	1,3680	(-0,0033;2,7393)
<i>Teste de significância conjunta</i>		
Controles adicionais (Teste F)		7,4444***
R ² Ajustado		0,92
Observações		2,024

Erro padrão ponderado pelo número anual de nascidos vivos dos municípios, e clusterizados em nível de município. Além das variáveis explicativas descritas acima, a regressão inclui os efeitos fixos de tempo e de municípios.

** p-valor < 0,05, *** p-valor < 0.01.

É importante notar que o R² ajustado indica que 92% da variabilidade da proporção de nascidos vivos é explicada pelas variáveis explicativas do modelo. Os coeficientes estimados indicam que a proporção de nascidos vivos via parto cesárea está positivamente associada à proporção de nascidos vivos com baixo peso ao nascer, e a um maior número de leitos neonatais por nascidos vivos. Por outro lado, a proporção de nascidos vivos via parto cesárea relaciona-se negativamente com a proporção de mães com baixo nível de escolaridade. A proporção de nascidos vivos de mães jovens, casadas ou em união consensual, a cobertura das equipes de

Saúde da Família, bem como o alinhamento partidário entre prefeituras municipais e governo do estado não se mostraram estatisticamente significantes ao nível de 5%.

O resultado de interesse na Tabela 3 mostra que a implantação dos CPN no Ceará entre 2013 e 2017 foi capaz de reduzir, em média, a proporção de nascidos vivos via parto cesárea em aproximadamente 2,8 pontos percentuais. Esse resultado indica que a estruturação da Rede Cegonha a partir da implantação de Centros de Partos Normais contribuiu para a reversão na tendência de crescimento dos partos cesárea nos municípios beneficiados vis-à-vis os municípios não beneficiados como sugerido na Figura 2.

Análise de Custo-Benefício

Segundo Entriger et al. (2018b), o valor de referência para um parto vaginal (ou normal) é de R\$ 815,91, enquanto um parto via cesárea eletiva possui custo de R\$1.124,38 (Valor real - IGP-DI, 2017=100). Em 2017, o número de cesáreas realizadas pelo SUS no Ceará foi de 49.867, segundo o número de internações registradas pelo Sistema de Informações Hospitalares (SIH) e disponibilizadas no DATASUS. Visto que o ETM da implantação dos CPNs foi de uma redução de 2,8 pontos percentuais na proporção de partos cesárea, mantendo-se tudo mais constante, isso geraria uma economia anual de R\$ 430.709,91. Assume-se que em um horizonte de 20 anos, esse seria a economia gerada pelos CPNs anualmente em virtude da redução do número de cesáreas eletivas.

O custo total da implantação dos sete CPNs segundo o Plano Estadual de Estruturação da Rede Cegonha foi de R\$ 3.456.068,06 no Ceará, o qual inclui a construção/reforma de estrutura e compra de equipamentos (CEARÁ, 2012). Assumindo uma taxa de juros hipotética de 7% (taxa Selic do Banco Central em 12/2017), o valor presente líquido (VPL) gerado pelo investimento nos sete CPNs é de R\$ 1.107.055,41 com uma taxa interna de retorno de 10,88% para o período de tempo estipulado. Em 13 anos, todo o investimento realizado nos sete CPNs seria completamente recuperado. Em outras palavras, a implantação de CPNs no Ceará é uma política pública viável financeiramente.

4. DISCUSSÃO

O elevado percentual de cesáreas eletivas no país tem se apresentado como um importante desafio para a saúde pública, tanto na perspectiva dos potenciais danos causados à saúde materno- infantil (FAHMY ET AL., 2018; MASCARELLO et al., 2018; SANDALL *et al.*, 2018; YE *et al.*,

2015) como em relação aos elevados custos para o Sistema Único de Saúde (ENTRINGER *et al.*, 2017; ENTRINGER *et al.*, 2018a; ENTRINGER *et al.*, 2018b).

Entre as principais estratégias de enfrentamento desta problemática em âmbito nacional destaca-se a implantação dos Centros de Parto Normal, pertencente ao escopo de ações do componente parto e nascimento da Rede Cegonha. No Ceará, houve a implantação de sete CPNs beneficiando a população de 53 dos 184 municípios do Estado. A Figura 2, mostra que as diferenças na proporção de nascidos vivos via parto cesárea entre município de regiões de saúde beneficiadas (grupo tratamento) e não beneficiadas (grupo controle) se reduziu após a implantação do primeiro CPN no Estado, particularmente em virtude da reversão da tendência de crescimento deste indicador para o primeiro grupo de municípios.

Utilizando o método de Diferenças em Diferenças, a estimativa de impacto (ver Tabela 3) indica uma redução média de 2,8 pontos percentuais na proporção de nascidos vivos via parto cesárea em municípios de regiões de saúde beneficiadas com CPN no Ceará. Vale salientar ainda que este impacto mede a intenção do tratamento (ou “*intention-to-treat*”), pois mensura o impacto da oferta do serviço de parto humanizado por meio dos CPN no Ceará independentemente se a gestante realizou o parto na rede pública ou privada. Outra importante evidência do estudo diz respeito à escolha das regiões de saúde a serem beneficiadas com CPN e, conseqüentemente, seus municípios. As estimativas do modelo *Logit* (ver Tabela 2) mostram que tal alocação independe de choques passados sobre a proporção de nascidos vivos via parto cesárea, bem como em relação ao nível médio de partos cesárea dos municípios em anos anteriores à habilitação do primeiro CPN. Ademais, a alocação dos CPN no Ceará independe do nível de desenvolvimento humano e da fecundidade nos municípios, assim como do alinhamento partidário entre prefeituras municipais e governo do estado.

Após a aplicação do método descrito, os achados da pesquisa demonstraram o impacto positivo destes equipamentos a partir da perceptível redução do número de partos cesárea em municípios cearenses assistidos pelos mesmos. Trata-se de uma evidência essencialmente quantitativa, mas que tem repercussões importantes na qualidade da assistência obstétrica no Estado. A maior parte dos estudos envolvendo análises acerca dos CPN aborda temáticas como humanização da assistência e a percepção das usuárias a respeito desta, caracterização de parturientes e avaliação das práticas assistenciais prestadas (GARCIA *et al.*, 2017). Como exemplo podemos citar pesquisa recente acerca dos resultados maternos e neonatais em CPN Intra-hospitalar que apresenta desfechos clínicos favoráveis para as

parturientes de risco habitual, indicando que as práticas assistenciais dos CPN vêm sendo conduzidas de acordo com as diretrizes de assistência ao parto

normal e com as políticas de humanização do parto e nascimento (TEIXEIRA, *et al.*, 2018).

Teixeirenses e Santos (2018) em estudo qualitativo realizado a partir de narrativas de experiências de parto em hospitais e CPN, identificaram que estes últimos são melhores avaliados quanto à humanização do atendimento e respeito ao protagonismo das mulheres, em oposição ao modelo biomédico atualmente presente em instituições de assistência materno-infantil tradicionais.

Além disso, indica o CPN como uma opção segura e acessível tanto às usuárias como aos profissionais capacitados e sensíveis ao estímulo ao parto humanizado.

É indiscutível que o conjunto de práticas obstétricas adotadas nos CPN está em consonância com o preconizado pela política da Rede Cegonha, garantindo mais adesão e satisfação de mulheres em relação à assistência ao parto. Todavia, o impacto financeiro da implantação desses serviços a partir da redução de partos cesárea também precisa ser estudado e discutido com mais profundidade. A epidemia de cesáreas observada ao longo dos anos no Brasil vem gerando um custo adicional ao SUS. No entanto, este custo mais elevado do parto cesárea em relação ao parto vaginal não necessariamente se reflete em melhor efetividade do procedimento. Estudo recente realizado em três maternidades brasileiras acerca do custo-efetividade do parto vaginal espontâneo e da cesariana eletiva para gestantes de risco habitual evidenciou que o parto vaginal é mais eficiente para gestantes primíparas, além de apresentar melhor efetividade (ENTRINGER *et al.*, 2018b).

Uma avaliação de impacto orçamentário do parto vaginal espontâneo e da cesariana eletiva sem indicação clínica no Brasil aponta que o incentivo ao parto vaginal, além de ser condizente com a política pública brasileira e internacional, geraria economia para o SUS (ENTRINGER *et al.*, 2018a). Correlacionando este achado com o resultado do estudo aqui desenvolvido de redução da proporção de cesáreas a partir da implantação dos CPN foi possível verificar que o investimento realizado na disponibilização da infraestrutura e aquisição de equipamentos para os sete centros geraria um valor presente líquido de R\$ 1,1 milhão em um horizonte de 20 anos.

Vale destacar que apesar da proporção de partos cesárea apresentar considerável declínio entre os municípios beneficiados com CPN, esta queda poderia ser ainda maior se a rede de

atenção à saúde materno-infantil do Estado cumprisse adequadamente o Plano Estadual de Estruturação da Rede Cegonha. Em todo o Brasil o número de Centros de Parto Normal é bastante pequeno em comparação com o número de hospitais, o que limita muito o acesso de mulheres, principalmente as de baixa renda, ao parto humanizado (TEIXEIRENSE & DOS SANTOS, 2018).

Em recente avaliação da implantação dos Centros de Parto Normal no âmbito do SUS em todo o país, a autora identificou que a maneira pela qual os CPN têm sido implementados evidencia uma construção lenta buscando superar algumas dificuldades, tais como a quantidade de enfermeiros obstetras e obstetrites existentes, o financiamento insuficiente e a oposição de parte significativa de médicos obstetras. O estudo indica que não se pode desconsiderar a força do modelo ainda vigente, caracterizado por uma cultura cesarista que descarta o reconhecimento das evidências científicas que suportam a segurança e benefícios do parto vaginal humanizado, gerando uma verdadeira epidemia de cesáreas (DE VICO, 2017).

Tendo em vista que o Brasil assumiu compromissos internacionais dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável para 2030 de redução das taxas de mortalidade materna e neonatal, com enfoque na garantia de atendimento adequado e de qualidade ao parto humanizado; o Ministério da Saúde lança mão de medidas estratégicas do para a redução da taxa de cesáreas no país, destacando a implantação da Rede Cegonha como uma das mais importantes políticas públicas voltadas à reestruturação da rede de cuidados de saúde materno-infantil e a proposta de investimentos financeiros para incentivar gestores locais de saúde a capacitar e motivar profissionais com vistas ao estímulo aos partos mais naturais (OCCHI *et al.*, 2018). Neste sentido, os CPN se configuram como os serviços mais preparados para atender e efetivar estas medidas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que os municípios assistidos pelos Centros de Parto Normal no Ceará apresentaram significativo declínio da proporção de partos cesárea a partir da implantação destes equipamentos, representado uma redução de 2,8 pontos percentuais nos nascimentos por esta via de parto em todo o Estado entre os anos de 2013 e 2017.

Diante desta relevante evidência recomenda-se a ampliação da rede de Centros de Parto Normal para outros municípios como estratégia potencialmente eficiente para a redução da elevada taxa de cesáreas observada em todo o Estado. Em outras palavras, o cumprimento do

Plano Estadual de Estruturação da Rede Cegonha certamente reverteria o crescimento do número de partos cesárea no Ceará.

REFERÊNCIAS

Angrist JD, Pischke JS. Mostly harmless econometrics: an empiricist's comparison. Princeton University Press; 2009.

Barros AJD, Santos IS, Matijasevich A, Domingues MR, Silveira M, Barros FC, Victora CG. Patterns of deliveries in a Brazilian birth cohort: almost universal cesarean sections for the better-off. *Rev Saúde Pública* 2011; 45(4): 635-43.

Barros FC, Matijasevich A, Maranhão AG, Escalante JJ, Rabello Neto DL, Fernandes RM, Vilella ME, Matos AC, Albuquerque C, León RG, Victora CG. Cesarean sections in Brazil: will they ever stop increasing? *Rev Panam Salud Publica* 2015; 38(3): 217-225.

Betrán AP, Temmerman M, Kingdon C, Mohiddin A, Opiyo N, Torloni MR, Zhang J, Musana O, Wanyonyi SZ, Gülmezoglu AM, Downe S. Interventions to reduce unnecessary caesarean sections in healthy women and babies. *The Lancet* 2018; 392(10155): 1358-1368.

Boerma T, Ronsmans C, Melesse DY, Barros AJD, Barros FC, Juan L, Moller A-B, Say L, Hosseinpoor AR, Yi M, Rabello Neto DL, Temmerman M. Global epidemiology of use of and disparities in caesarean sections. *The Lancet* 2018; 392(10155): 1341-1348.

Brasil. Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS). Cartilha nova organização do cuidado ao parto e nascimento para melhores resultados de saúde: Projeto Parto Adequado - fase 1 / Agência Nacional de Saúde Suplementar, Sociedade Beneficente Israelita Brasileira Hospital Albert Einstein, Institute for Healthcare Improvement. – Rio de Janeiro: ANS, 2016. Disponível em: <http://www.ans.gov.br/gestao-em-saude/projeto-parto-adequado>. Acesso em: 25/03/2019.

Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 1.028, de 5 de junho de 2017. Habilita, no âmbito da Rede Cegonha o Centro de Parto Normal da Maternidade Escola Assis Chateaubriand, no Município de Fortaleza - CE. Brasília: Ministério da Saúde; 2017.

Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 1.031, de 2 de outubro de 2015. Habilita, no âmbito da Rede Cegonha, Centros de Parto Normal - CPN. Brasília: Ministério da Saúde; 2015b.

Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 1.034, de 1º de outubro de 2015. Habilita, no âmbito da Rede Cegonha, Centros de Parto Normal - CPN. Brasília: Ministério da Saúde; 2015a.

Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 1.081, de 25 de setembro de 2013. Habilita, no âmbito da Rede Cegonha, o Centro de Parto Normal de estabelecimento de saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2013.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Portaria nº 11 de 7 de janeiro de 2015. Redefine as diretrizes para implantação e habilitação de Centro de Parto Normal (CPN), no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS), para o atendimento à mulher e ao recém-nascido no momento do parto e do nascimento, em conformidade com o Componente Parto e Nascimento da Rede Cegonha, e dispõe sobre os respectivos incentivos financeiros de investimento, custeio e custeio mensal. Brasília: Ministério da Saúde; 2015.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Portaria nº 1.459, de 24 de junho de 2011. Institui, no âmbito do Sistema Único de Saúde - SUS - a Rede Cegonha. Brasília: Ministério da Saúde; 2011.

Ceará, Secretaria da Saúde, Governo do Estado do Ceará. Resolução n.º 18/2012 – CIB, de 03 de fevereiro de 2012. Homologa o Plano Estadual de Estruturação da Rede Cegonha do Estado do Ceará no período de 2012 a 2014. Ceará, 2012.

De Vico AF. Avaliação da Implantação dos Centros de Parto Normal no Sistema Único de Saúde. 2017. 79 p. Dissertação (Mestre em Saúde da Criança e da Mulher) – Fundação Oswaldo Cruz. Instituto Nacional de Saúde da Mulher, da Criança e do Adolescente Fernandes Figueira, 2017.

Entringer AP, Gomes MASM, Costa ACC, Pinto M. Impacto orçamentário do parto vaginal espontâneo e da cesariana eletiva sem indicação clínica no Brasil. *Revista Panamericana de Salud Pública* 2018a; 42:e116.

Entringer AP, Pinto M, Dias MAB, Mendes Gomes MAS, Costa ACC. Análise de custo-efetividade do parto vaginal espontâneo e da cesariana eletiva para gestantes de risco habitual no Sistema Único de Saúde. *Cad. Saúde Pública* 2018b; 34(5): e00022517.

Entringer AP, Pinto M, Mendes Gomes. Análise de custos da atenção hospitalar ao parto vaginal e à cesariana eletiva para gestantes de risco habitual no Sistema Único de Saúde. *Cien Saude Colet*. 2017, [Citado em 24/03/2019]. Está disponível em: <http://www.cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/analise-de-custos-da-atencao-hospitalar-ao-parto-vaginal-e-a-cesariana-eletiva-para-gestantes-de-risco-habitual-no-sistema-unico-de-saude/16340?id=16340>.

Fahmy WM, Crispim CA, Cliffe S. Association between maternal death and cesarean section in Latin America: A systematic literature review. *Midwifery* 2018; 59: 88-93.

Galiani S, Gertler P, Schargrotsky E. Water for life: the impact of the privatization of water services on child mortality. *Journal of Political Economy* 2005; 113(1); 83-12.

Garcia LV, Teles JM, Bonilha ALL. O centro de parto normal e sua contribuição para atenção obstétrica e neonatal no Brasil. *Revista Eletrônica Acervo Saúde* 2017; 7: S356-S363.

Ghiradini PPB. Regressão diferenças em diferenças: uma análise de fusões no setor hospitalar brasileiro. 2015. 65p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade de Brasília, 2015.

Magalhães MM, Melo CPG, Komatsu BK, Menezes-Filho NA. Os determinantes da realização de cesáreas no Brasil. Policy Paper N. 41, Insper, São Paulo. [Citado em 06/10/2019]. Está disponível em: <https://www.insper.edu.br/wp-content/uploads/2019/08/Policy-Paper-41-Ces%C3%A1reas.pdf>

Mascarello KC, Matijasevich A, Santos IDSD, Silveira MF. Early and late puerperal complications associated with the mode of delivery in a cohort in Brazil. *Rev Bras Epidemiol* 2018; 21: e180010.

Mendes EV. As redes de atenção à saúde. 3ª ed. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2011.

Occhi GM, de Lamare Franco Netto T, Neri MA, Rodrigues EAB, de Lourdes Vieira Fernandes A. Strategic measures to reduce the caesarean section rate in Brazil. *The Lancet* 2018; 392(10155); 1290- 1291.

Rocha R, Soares R. Evaluating the impact of community-based health interventions: evidence from Brazil's family health program. *Health Economics* 2010; 19: 126-158.

Sandall J, Tribe RM, Avery L, Mola G, Visser GH, Homer CS, Gibbons D, Kelly NM, Kennedy HP, Kidanto H, Taylor P, Temmerman M. Short-term and long-term effects of caesarean section on the health of women and children. *The Lancet* 2018; 392(10155): 1349-1357.

Teixeira CS, Pinheiro VE, Nogueira IS. Resultados maternos e neonatais em centro de parto intra- hospitalar. *Enferm. Foco* 2018; 9(1): 71-75.

Teixeirense MMS., Dos Santos SLS. From expectation to experience: humanizing childbirth in the Brazilian National Health System. *Interface* 2018. 22(65): 399-410.

WHO–World Health Organization. WHO recommendations non-clinical interventions to reduce unnecessary caesarean sections. 2018. [Acesso em 02/03/2019].

Está disponible en: <https://www.ho.int/reproductivehealth/publications/non-clinical-interventions-to-reduce-cs/en/>.

Ye J, Zhang J, Mikolajczyk R, Torloni MR, Gülmezoglu AM, Betran AP. Association between rates of caesarean section and maternal and neonatal mortality in the 21st century: a worldwide population- based ecological study with longitudinal data. *BJOG* 2016; 123(5): 745-573.

DESIGUALDADES, CRESCIMENTO ECONÔMICO E ESTRUTURA PRODUTIVA: UMA ANÁLISE FATORIAL E ESPACIAL DOS MUNICÍPIOS CEARENSES

INEQUALITIES, ECONOMIC GROWTH AND PRODUCTIVE STRUCTURE: A
FACIAL AND SPATIAL ANALYSIS OF CEARENS MUNICIPALITIES

Denis Fernandes Alves*

Diego de Maria André**

Janaina da Silva Alves***

RESUMO

Pensar a questão regional é entender que há a necessidade de superar certas disparidades reproduzidas no território. O estudo em questão visa adotar um conjunto de métodos de análise quantitativa com o objetivo de investigar o crescimento econômico dos municípios do estado do Ceará em termos de estrutura produtiva. Para alcançar o objetivo proposto, metodologicamente, foram extraídos cinco determinantes por meio da análise fatorial, a saber: estrutura econômica (F1), estrutura agrícola (F2), estrutura pecuária (F3), estrutura de plantio (F4) e estrutura extrativa (F5). O PIB municipal foi regredido contra esses cinco fatores como variáveis explicativas, controlando-se para os efeitos espaciais. Constatou-se pelos resultados alcançados que o modelo mais adequado é o modelo Durbin espacial (SDM), revelando que um alto PIB no município (*i*) impacta positivamente no crescimento econômico do município vizinho (*j*). Ademais, os municípios com estruturas produtivas mais avançadas apresentam características similares e são espacialmente concentrados, sobretudo próximo a faixa litorânea do estado. Todos os fatores tiveram impacto direto positivo sobre PIB, porém no que se refere aos fatores F3, F4 e F5 estes apresentam transbordamentos espaciais negativos no crescimento econômico do município vizinho. Por fim, os efeitos espaciais mostraram-se

* Economista. Mestrando em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPECO/UFRN). Pesquisador do Núcleo de Economia Aplicada e Conjuntura (NEAC).
E-mail: denis_fernandes@outlook.com

** Doutor em Economia pelo CAEN/UFC. Professor do Dep. de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Economia (PPECO) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Pesquisador do Núcleo de Economia Aplicada e Conjuntura (NEAC). E-mail: diegomandre@gmail.com.

*** Doutora em Economia pelo PIMES/UFPE. Professora do Dep. de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Economia (PPECO) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Pesquisadora do Núcleo de Economia Aplicada e Conjuntura (NEAC). E-mail: janah.alves@gmail.com.

relevantes para se analisar o crescimento econômico e a distribuição espacial das atividades produtivas nos municípios cearenses.

Palavras-chave: Estrutura Produtiva; Análise Fatorial; Econometria Espacial.

Códigos Jel: C38, C21, R11 e R12.

ABSTRACT

To think about the regional issue is to understand that there is a need to overcome certain disparities reproduced in the territory. This study aims to adopt a set of quantitative analysis methods to investigate the economic growth of the municipalities of the state of Ceará in terms of productive structure. To achieve the proposed objective, methodologically, five determinants were extracted through factor analysis: economic structure (F1), agricultural structure (F2), livestock structure (F3), planting structure (F4) and extractive structure (F5). Municipal GDP was regressed against these five factors as explanatory variables, controlling for spatial effects. It was found by the results achieved that the most suitable model is the Durbin spatial model (SDM), revealing that a high GDP in the municipality (i) positively impacts the economic growth of the neighboring municipality (j). Moreover, municipalities with more advanced productive structures have similar characteristics and are spatially concentrated, especially near the state's coastal strip. All factors had a direct positive impact on GDP, but with regard to factors F3, F4 and F5 they have negative spatial overflows in the economic growth of the neighboring municipality. Finally, the spatial effects were relevant to analyze the economic growth and the spatial distribution of productive activities in Ceará municipalities.

Keywords: Productive Structure; Factorial analysis; Spatial Econometrics.

Jel Codes: C38, C21, R11 e R12.

1. INTRODUÇÃO

Na segunda metade do século XX, devido a existência de desajustes regionais existentes no território brasileiro, às regiões mais atrasadas passaram a diversificar e estimular suas atividades produtivas. No Nordeste, é nesse período que é justificada a intervenção planejada via SUDENE. Os reflexos da SUDENE foram positivos para todos

os estados. No entanto, Bahia, Ceará e Pernambuco concentraram a maior parte de investimentos produtivos, sobretudo devido aos incentivos fiscais.

A partir de meados da década de 1980, o Ceará passou por rápidas e profundas transformações de ordem política e institucional com significativa repercussão econômica (SOUSA, 2007). Nesta década, às taxas de crescimento do PIB no Ceará eram crescentes em todos os setores da economia, inclusive maiores do que as nacionais. A reestruturação produtiva ocorrida com mais consistência no país na década de 1990, teve repercussões acentuadas nas características da cadeia produtiva em todos os setores de atividade econômica. No que se refere ao comportamento das atividades produtivas cearense, ocorre que nos últimos 20 anos houve mudanças estruturais significativas sobretudo na indústria, agricultura e serviços com a inserção de novas tecnologias e espraiamento das atividades no interior.

Em uma análise setorial dos últimos anos, observa-se por meio dos dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) que o setor que mais aumentou sua participação no Produto Interno Bruto (PIB) foi o setor de serviços, saindo de 55,3% em 1980 para 70,4% em 2010. A indústria e agropecuária perdem espaço em relação a participação no PIB cearense saindo de 29,4% e 15,5% em 1980 para 24,5% e 5,1% em 2010, respectivamente. Demonstrando, assim, que o processo de desindustrialização acontece a passos mais lentos do que a redução da participação de produtos do setor primário na composição do PIB. Porém, vale ressaltar o seguinte questionamento: será que essas transformações setoriais e seus efeitos espaciais dos fatores da estrutura produtiva impactam de forma positiva no crescimento econômico dos municípios cearenses? E estes efeitos são concentrados? Há transbordamentos espaciais?

Nesse sentido, o estudo tem por objetivo calcular o Índice de Estrutura Produtiva do Ceará (IEPC) e extrair os fatores da estrutura produtiva através da técnica de Análise Fatorial (AF), bem como fazer o exercício da espacialidade por meio da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) e, por último, será modelado, estimado e especificado o efeito espacial dos fatores determinantes do crescimento econômico a nível municipal, por meio do melhor modelo econométrico espacial.

A justificativa do estudo é baseada na importância de analisar o crescimento econômico e estrutura produtiva das regiões polo do estado, bem como os transbordamentos espaciais dos fatores das atividades produtivas do Ceará e quais suas características, visando melhor planejar políticas de interiorização do desenvolvimento.

Para tanto, como arcabouço teórico, foi utilizada a Nova Geografia Econômica (NGE), introduzida inicialmente por Krugman (1991). Essa nova corrente traz grandes contribuições ao considerar a distribuição espacial das atividades econômicas. A premissa da NGE é entender como ocorre a desigualdade no crescimento e desenvolvimento econômico, por meio de explicações de assimetrias de mercado, concorrência imperfeita e retornos crescentes de escala, além do que se considera como externalidades “puras” que são responsáveis pela atração ou repulsão da concentração do mercado, o qual, Krugman (1991) conceituou de “forças centrípetas e centrífugas” (BARROS; PRATES, 2014).

Para alcançar os objetivos propostos, utiliza-se das técnicas de análise fatorial e de econometria espacial. Optou-se como recorte espacial os municípios cearenses. No Nordeste, a escolha do estado do Ceará é baseada em seu passado histórico de concentração das atividades mais produtivas na região litorânea, o que provocou certos gargalos no desenvolvimento do interior. Os dados obtidos são de natureza secundária, provenientes de órgãos oficiais e tratam dos setores produtivos para o ano de 2016, ano mais recente para os dados disponíveis.

Para melhor nortear o leitor, além desta introdução, o artigo encontra-se estruturado da seguinte maneira. A segunda seção discute os procedimentos metodológicos adotados, desde a construção do IEPC, critérios para extração dos fatores, descrição da AEDE e dos modelos econométricos espaciais. A terceira seção apresenta a base de dados e descrição das variáveis, bem como a análise das estatísticas descritivas. Na seção quatro, são apresentados e discutidos os resultados obtidos com o estudo. Por fim, na última seção, tem-se as considerações finais e as referências.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A organização hierárquica do procedimento metodológico adotado é essencial para o alcance dos objetivos traçados. A metodologia do presente artigo consiste em três processos distintos: i) extração dos fatores; ii) construção do IEPC; iii) análise exploratória dos dados espaciais e modelos empíricos.

2.1 Análise Fatorial (AF)

A técnica de Análise Fatorial tem como finalidade a redução do número original de variáveis, por meio da extração de fatores independentes, de tal forma que estes fatores possam explicar, de maneira simples e reduzida, o conjunto das variáveis originais. Essa

técnica foi escolhida a fim de contornar o problema de multicolinearidade. Já que a inserção de variáveis altamente correlacionadas entre si provocaria o seu surgimento. Em virtude disso, o método da análise fatorial foi adotado a fim de extrair os fatores determinantes da estrutura produtiva e os escores onde foi possível construir um índice capaz de mensurar e categorizar os municípios cearenses nos dez maiores e menores no quesito crescimento econômico da estrutura produtiva, dentre um conjunto de 25 variáveis potencialmente explicativas.

O método utilizado na AF foi o de componentes principais, que faz com que o primeiro fator contenha o maior percentual de explicação da variância total das variáveis da amostra, o segundo fator apresente o segundo maior percentual, e assim por diante (PINHEIRO, 2009). Foi utilizada a rotação ortogonal pelo método *Varimax*, que procura minimizar o número de variáveis fortemente relacionadas com cada fator, permitindo obter fatores mais facilmente interpretáveis. Pode-se expressar o modelo de análise fatorial algebricamente da seguinte forma:

$$X_i = a_{i1}F1 + a_{i2}F2 + \dots + a_{ij}Fj + e_i \quad (1)$$

em que X_i representa o i -ésimo escore da variável padronizada, com média zero e variância unitária ($i = 1, 2, \dots, m$); Fj indica os fatores comuns não correlacionados, com média zero e variância unitária na j -ésima observação ($j = 1, 2, \dots, n$); a_{ij} representa as cargas fatoriais, e e_i , o termo de erro que capta a variação específica X_i não explicada pela combinação linear das cargas fatoriais com os fatores comuns e imprecisões de medição de variáveis em função de erro de observação, de mensuração, e de especificação do modelo.

De acordo com Johnson e Wichern (1992), as comunalidades das variáveis com explicação suficiente no modelo são aquelas maiores que 0,5, variáveis com valores menores deverão ser retiradas. Por fim, o critério utilizado para definir o número de fatores foi o de considerar apenas aqueles que possuem raiz característica maior que um. Após o cálculo das cargas fatoriais e a identificação dos fatores comuns, torna-se necessário a estimação do escore fatorial, por meio do método semelhante ao de regressão. O escore para cada observação do modelo é, portanto, resultado da multiplicação do valor (padronizado) das variáveis pelo coeficiente do escore fatorial correspondente, sendo a expressão geral para estimação do j -ésimo fator, dada por:

$$F_j = W_{j1}X_1 + W_{j2}X_2 + W_{j3}X_3 + \dots + W_{ji}X_i \quad (2)$$

em que os W_{ji} são os coeficientes dos escores fatoriais e i é o número de variáveis.

Para testar a adequabilidade do modelo de análise fatorial, geralmente utiliza-se a estatística de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) e o Teste de Esfericidade de *Bartlett* (BTS)¹. O KMO é um indicador que compara a magnitude do coeficiente de correlação observado com a magnitude do coeficiente de correlação parcial e o BTS serve para testar a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade, se rejeitada a hipótese os dados são adequados e a análise fatorial poderá ser utilizada. Conforme grau de adequabilidade, utilizado por *Issaggia* (2012), é desejável que o valor do Índice KMO seja o mais próximo de 1 indicando perfeita adequação² dos dados à Análise Fatorial.

2.2 Índice de Estrutura Produtiva do Ceará (IEPC)

Por meio dos fatores foi possível estimar os escores fatoriais. O objetivo é indicar a posição relativa de cada observação (município) em relação ao conceito expresso por cada fator, bem como fazer o exercício da análise exploratória espacial. Os escores fatoriais são medidas compostas de cada fator, computadas para cada indivíduo (ANDERSON *et al.*, 2009; XERXENEVSKY, FOCHEZATTO, 2011).

O escore fatorial para cada município é resultado da multiplicação do valor padronizado das variáveis pelo coeficiente do escore fatorial correspondente (MELO, 2007). Monteiro e Pinheiro (2004) e Xerxenevsky, Fochezatto (2011) destacam que, quanto mais distante de zero for o escore fatorial de uma observação, em valores positivos, melhor será a posição relativa da observação em um fator. Deste modo, o desempenho dos municípios em termos de estrutura produtiva em cada fator é determinado pelos valores comparativos da coluna correspondente ao fator na matriz de escores fatoriais.

Para a obtenção do IEPC é necessário estimar um Índice Bruto de Estrutura Produtiva (IBEP). Conforme explica Morais, Sobreira e Lima (2016) ele é obtido através do cálculo da média dos fatores, ponderadas pela variância pertencente a cada observação.

¹*Bartlett's Test of Sphericity – BTS.*

²Os valores que medem a adequação à Análise Fatorial (AF) são: 1 - Perfeita adequação dos dados à AF; 0,90 – Adequação ótima dos dados à AF; 0,80 - Adequação boa dos dados à AF; 0,70 - Adequação razoável dos dados à AF; 0,60 – Adequação medíocre dos dados à AF; 0,50 ou < Adequação imprópria dos dados à AF.

A ponderação pela proporção de explicação da variância total (dada pelo valor da raiz característica) exprime a importância relativa de cada fator. De acordo com Melo e Parré (2007), o IBEP pode ser expresso da seguinte forma:

$$IBEP = \frac{\sum_{i=1}^n (w_i F_i)}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (3)$$

Onde w_i é a proporção da variância explicada por cada fator (raiz característica) e F_i são os escores fatoriais. A partir do IBEP, foi possível calcular o Índice de Estrutura Produtiva do Ceará. O IEPC foi construído a partir do método *min-max*, em que o maior valor adquire o valor cem e o menor zero, ou seja, a variação do índice ocorre no intervalo entre 0 e 1, sendo os valores intermediários obtidos por interpolação (PEROBELLI *et al.*, 1999).

O Índice de Estrutura Produtiva do Ceará é dado por:

$$IEPC_{qc} = \frac{x_{qc} - \min_c(x_q)}{\max_c(x_q) - \min_c(x_q)} \quad (4)$$

Onde x_{qc} é o valor da observação (q) do índice bruto para o município (c); \min_c é o menor valor do índice bruto dentre todos os municípios; e \max_c é o maior valor do índice bruto dentre todos os municípios cearenses. A vantagem deste índice é o modo como hierarquiza os municípios de acordo com o grau de produtividade de suas atividades produtivas.

2.3 Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) e Modelos Empíricos

Do ponto de vista metodológico, obtidos os fatores interdependentes e calculado o IEPC, foram adotadas técnicas de econometria espacial ao invés do uso da econometria convencional, pois a diferença entre ambas reside na incorporação dos efeitos espaciais na regressão, como: heterogeneidade espacial e a dependência ou autocorrelação espacial, conforme debatido por Anselin (1988), Lesage (1999), Elhorst (2003) e Almeida (2012).

A dependência espacial ou autocorrelação espacial está associada a Primeira Lei da Geografia, que diz que todas as coisas estão relacionadas com todas as outras, mas coisas próximas estão mais relacionadas do que coisas distantes. Vale destacar que essa distância nem sempre é geográfica, conforme afirmado pelo economista regional, Walter Isard, em que pesem não a distância em termos geográficos, mas também em termos sociais, econômicos e políticos. Já heterogeneidade espacial, também chamado de

Segunda Lei da Geografia é um fenômeno que ocorre devido à ausência de estabilidade estrutural de municípios (ou regiões de estudo), fazendo com que hajam diferentes respostas, dependendo da localidade ou da escala espacial na forma de coeficientes variáveis ou regimes espaciais (ANSELIN, 1988; ALMEIDA, 2012).

Nesse sentido, a análise exploratória dos dados espaciais foi usada para descrever a distribuição e a associação espacial de certa variável entre as unidades avaliadas no espaço e ainda perceber padrões e formas de instabilidade espacial e identificar possíveis *outliers*. Esta análise é pré-requisito no estudo da econometria espacial, pois é o primeiro momento que se percebe as complicações dos efeitos espaciais na forma da autocorrelação e da heterogeneidade. Para isso, utiliza-se matrizes de ponderação do tipo: rainha, distância, *k*-vizinhos, dentre outros para descrever a distribuição espacial, os padrões de associação espacial, como os *clusters* espaciais, e averiguar a existência de diferentes regimes espaciais ou outras formas de instabilidade espacial, como exemplo a não estacionariedade (ALMEIDA, 2012). Além de identificar observações atípicas que podem ser os *outliers* do índice calculado (IEPC), do PIB ou dos fatores extraídos da análise.

No presente artigo foram estimados modelos econométrico espaciais. O exercício econométrico tem como variável endógena o logaritmo do PIB dos municípios e como variáveis exógenas os fatores extraídos da análise fatorial. Os modelos que estimam a autocorrelação são amplamente conhecidos na literatura da econometria espacial e se adequam à maioria dos casos de dependência espacial. Descritos em Anselin (1988) e Almeida (2012) e outros econométricos espaciais e economistas regionais no decorrer dos anos, os modelos incorporam um termo de defasagem espacial (Wy , Wx e $W\varepsilon$) onde se quer capturar o efeito espacial.

Conforme Elhorst (2003), a partir do modelo dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), a econometria espacial desenvolveu três abordagens que medem os efeitos de interação de unidades espaciais: o efeito exógeno nas variáveis explicativas (WX), uma interação endógena na variável de interesse (Wy) ou nos termos de erro (Wu e $W\varepsilon$). No espaço, o significado do operador de defasagem de uma variável é a média do valor dessa variável nas regiões vizinhas, se W for normalizada (VEGA; ELHORST, 2013; NASCIMENTO; JUSTO; ALVES, 2017). Isoladamente ou em combinação num mesmo modelo, são esses componentes que darão conta de representar o processo espacial subjacente. Em que pese os efeitos espaciais ainda podem ser locais ou globais.

Partindo-se do modelo espacial geral ou modelo GSM (*General Spatial Model*), conforme descrito por Almeida (2012), representando um processo espacial altamente complexo envolvendo componentes de transbordamento de alcance global e local. Em termos formais:

$$y = \rho W y + X \beta + W X_{\tau} + \xi \quad (5)$$

$$\xi = \lambda W \xi + \varepsilon \quad \text{Ou} \quad \xi = \gamma W \varepsilon + \varepsilon \quad (6)$$

Os demais modelos econométricos espaciais podem ser derivados a partir deste modelo espacial geral, impondo convenientemente as restrições nos parâmetros. As variações vão desde modelos com efeitos espaciais nas variáveis explicativas, na variável de interesse, nos termos de erro ou mesmo sem efeitos espaciais, como é o caso do modelo clássico de regressão linear.

No presente artigo, procurou-se analisar os efeitos espaciais nas variáveis explicativas e na variável de interesse. Neste caso é imposto algumas restrições específicas em relação ao modelo espacial geral, são elas: $\rho \neq 0$, $\gamma = 0$, $\lambda = 0$ e $\tau \neq 0$. Assim, é obtido o modelo Durbin espacial ou modelo SDM (*Spatial Durbin models*). Além de incorporar a ideia de transbordamentos por meio da defasagem das variáveis independentes este modelo incorpora a suposição de que existiria um processo de difusão técnica que influenciaria a produção, ou algum outro fenômeno que justificasse a inclusão da variável endógena defasada espacialmente ($W y$). Em termos formais:

$$y = \rho W y + X \beta + W_1 X_{\tau} + \varepsilon_i \quad (7)$$

Segundo Lesage e Pace (2009) a importância do modelo Durbin está pautada na ideia de que a omissão de variável relevante omitida é autocorrelacionada espacialmente. A omissão de variáveis relevantes que estão correlacionadas com, pelo menos, alguma variável explicativa, incluída na regressão.

Por fim, foram mensurados os impactos dos fatores no PIB na sua forma: direta, indireta e total. A interpretação para isso é de quanto uma determinada estrutura gera efeitos positivos ou negativos no crescimento econômico de forma direta, indireta e total. Na seção seguinte, foram descritos, apresentados e discutidos os resultados do presente artigo.

3. VARIÁVEIS E ESTATÍSTICA DESCRITIVA

O presente estudo objetivou analisar em perspectivas fatorial e espacial a estrutura produtiva dos municípios do estado do Ceará, no ano de 2016. Os dados da pesquisa e suas respectivas fontes são mostrados no Quadro 01 a seguir.

Quadro 01 - Descrições das variáveis utilizadas a nível municipal - Ceará, 2016

Var	Descrição	Unid.	Fonte
X01	Estabelecimentos do setor industrial	Qtd.	RAIS/MTE
X02	Estabelecimentos do setor da construção civil	Qtd.	RAIS/MTE
X03	Estabelecimentos do setor de comércio	Qtd.	RAIS/MTE
X04	Estabelecimentos do setor de serviços	Qtd.	RAIS/MTE
X05	Estabelecimentos do setor agropecuário	Qtd.	RAIS/MTE
X06	Trabalhadores formais vinculados ao setor da indústria	Qtd.	RAIS/MTE
X07	Trabalhadores formais vinculados ao setor da construção civil	Qtd.	RAIS/MTE
X08	Trabalhadores formais vinculados ao setor da comércio	Qtd.	RAIS/MTE
X09	Trabalhadores formais vinculados ao setor da serviços	Qtd.	RAIS/MTE
X10	Trabalhadores formais vinculados ao setor da agropecuário	Qtd.	RAIS/MTE
X11	Exportações	Mil R\$	MDIC
X12	Importações	Mil R\$	MDIC
X13	Produto Interno Bruto* a preços correntes	Mil R\$	IBGE
X14	Impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos a pc**	Mil R\$	IBGE
X15	Valor Adicionado Bruto total	Mil R\$	IBGE
X16	Valor Adicionado Bruto* do setor agropecuário	Mil R\$	IBGE
X17	Valor Adicionado Bruto* do setor da indústria	Mil R\$	IBGE
X18	Valor Adicionado Bruto* do setor de serviços	Mil R\$	IBGE
X19	Valor Adicionado Bruto* da administração	Mil R\$	IBGE
X20	Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho (total)	Qtd.	PPM/IBGE
X21	Valor da produção* de origem animal	Mil R\$	PPM/IBGE
X22	Valor de produção e extração vegetal	Mil R\$	PEVS/IBGE
X23	Área plantada ou destinada à colheita	Hectares	PAM/IBGE
X24	Área colhida	Hectares	PAM/IBGE
X25	Valor da produção de lavouras temporárias e permanentes	Mil R\$	PAM/IBGE

Fonte: Elaboração própria com base em Rezende, Fernandes e Silva (2007), Xerxenevsky e Fochezatto (2011), Lima e Maia (2015) e Moraes, Sobreira e Lima (2016).

*Todos os valores de produção são valores nominais a preços correntes; ** Preços correntes.

Foram utilizadas vinte e cinco variáveis potenciais como *proxy* para estrutura produtiva e que foram indicadas nos trabalhos de Rezende, Fernandes e Silva (2007), Xerxenevsky e Fochezatto (2011), Lima e Maia (2015), Moraes, Sobreira e Lima (2016) e Alves *et al.* (2018).

Inicialmente vale atentar-se as variáveis referentes ao mercado de trabalho. No caso cearense, a mão de obra é historicamente uma das mais baratas em relação à das outras regiões, e é contratada mediante práticas de flexibilização das relações de trabalho como as cooperativas de trabalho (BRANDÃO; OLIVEIRA, 2005). Nessa perspectiva,

aspectos que envolvem o mercado de trabalho são importantes para o estudo em questão. Portanto, são captados pelas variáveis X01 a X10, nos cinco grandes setores da economia, segundo o IBGE: indústria, construção civil, comércio, serviços e agropecuária.

As variáveis X11 e X12 representam as exportações e importações. A utilização desses dados demonstra a parcela de participação e a importância de cada município cearense nas transações internacionais e pode-se citar também os trabalhos de Mata *et al.* (2008) sobre desenvolvimento econômico e social dos municípios da Bahia, dentre outros, que utilizaram tais variáveis. O indicador X13 se refere ao PIB, X15 é o valor bruto da arrecadação de impostos, da X15 a X19 são variáveis referentes ao VAB das atividades produtivas, a saber: VAB total, da agropecuária, da indústria, dos serviços e da administração. Nesse sentido, aliados com a força de trabalho, isto é, com o trabalho formal, reproduzem o potencial da capacidade de cada setor. Os indicadores X21 e X22 representam o valor da produção de origem animal, por tipo de produto e a efetividade dos rebanhos (na sua totalidade). Atualmente, a pecuária ainda representa uma atividade de importância econômica relevante em alguns municípios, mas que vem perdendo espaço para os outros setores da economia que estão diretamente suscetíveis ao grande capital. X23 e X24 se referem à área plantada e colhida das lavouras. E, por fim, X25 indica o valor da produção de lavouras temporárias e permanentes.

A escolha destas variáveis para compor a análise se fundamenta pela sua ampla dimensão (todas as culturas) e dos recursos obtidos através da agricultura em franco processo de modernização. Tais elementos representam a parcela de contribuição referente ao setor primário nos municípios cearenses.

A Tabela 01 mostra algumas características descritivas dos dados utilizados, como média, desvio padrão, valores mínimos e máximos. Observa-se que, em relação as variáveis X01 a X10, há municípios com grandes quantidades de estabelecimentos e empregados formais em suas atividades produtivas, dentre os valores máximos destaca-se que a maioria pertence ao município de Fortaleza. Há cidades do interior como Altaneira, Quixeré, Missão Velha e Antonina do Norte que não apresentam estabelecimentos e trabalhadores formais, sobretudo no que diz respeito ao setor agropecuário, setor este tipicamente informal com grande participação de agricultores familiares nestes municípios.

Já no que se refere ao setor de serviços, o valor que separa a metade maior e a metade menor de uma amostra é o maior dentre as proporções de trabalhadores,

apresentando mediana de 1069. No que diz respeito as variáveis X11 e X12, pertencentes ao comércio internacional, nota-se que tanto há uma média considerável em ambas, bem como altos valores de importações e exportações, consideram também municípios que não transacionam com o mercado e externo e, portanto, apresentam valores nulos nessa variável.

As variáveis X13 a X19, X21, X22 e X25, são valores expressivos em relação ao produto da economia. X23 e X24 referem-se a áreas destinadas ao plantio e X21 se refere a quantidade de rebanhos por tipo de rebanho apresentando valores expressivos em todos os municípios com desvio padrão de 13.329. Isso já demonstra indicativos da alta disparidade presente no território cearense. A alta dispersão dessas variáveis econômicas conforma problemas de desigualdades presentes em municípios com alta produtividade, em detrimento de outros com baixa. O exercício espacial, na seção seguinte, facilita o vislumbre destas questões.

Tabela 01 - Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas – 2016

Variáveis	Média	Mediana	Desvio Padrão	Valor Mínimo	Valor Máximo
X01	65	6	455	0	6103
X02	37	2	303	0	4099
X03	243	49	1525	2	20571
X04	189	21	1605	3	21789
X05	8	2	17	0	148
X06	1417	63	6923	0	84876
X07	458	6	3991	0	53643
X08	1488	137	11286	2	152315
X09	4872	1069	38967	374	530266
X10	150	5	416	0	3068
X11	597477	0	2481585	0	1844709
X12	1461952	0	9417417	0	10538831
X13	709896	151294	4267175	30247	57246034
X14	86883	7528	586718	777	7768453
X15	623013	144074	3682288	29470	49477582
X16	27986	16793	33881	1986	262966
X17	121843	7907	692834	1193	8833630
X18	325770	47334	2434522	6497	32900261
X19	147413	65550	572740	18827	7708023
X20	250505	105915	529723	7069	3884929
X21	7081	3038	13329	265	104875
X22	933	262	2592	0	30137
X23	8198	5130	8127	91	44594
X24	8114	5067	8122	91	44594
X25	8992	3195	15676	39	96596

Fonte: Elaboração própria.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Extração dos Fatores e Índice de Estrutura Produtiva do Ceará

Das variáveis utilizadas, foram extraídos cinco fatores com raiz característica maior que uma unidade. Após a rotação pelo método Varimax, conclui-se que os fatores selecionados explicam um total de 90,87% da variabilidade total das variáveis selecionadas para a amostra, conforme demonstrado na Tabela 02:

Tabela 02 - Autovalor (raiz característica), percentual explicado por cada fator (%) e a variância acumulada (%) - 2016

Fator	<i>Eigenvalue</i> (Autovalor)	Variância Explicada pelo Fator (%)	Variância Acumulada (%)
F1	14,911	59,642	59,642
F2	2,580	10,320	69,962
F3	2,131	8,524	78,487
F4	2,037	8,148	86,635
F5	1,059	4,236	90,871

Fonte: Elaboração própria.

Verificando a adequação dos dados obtidos após a análise fatorial, tem-se que o KMO apresenta um índice igual a 0,888, situando-se em um intervalo muito bom, possibilitando e indicando o uso da análise fatorial para os dados selecionados. Através do Teste de Esfericidade de Bartlett, verificou-se que é improvável a matriz de correlação ser uma identidade, pois apresenta um índice alto de 2940,12 e um nível de significância igual a zero, indicando que os dados utilizados são adequados e a técnica de análise fatorial poderá ser utilizada, conforme explorado por Alves *et al.* (2018).

A Tabela 03 apresenta o conjunto de cargas fatoriais e as comunalidades para os indicadores considerados e seus respectivos fatores. O Fator 1 (F1), representa 59,64% da variância total das variáveis que estão positivamente correlacionadas com este fator, pode-se identificar características mais inerentes à estrutura econômica. Destarte, o F1 explica a quantidade de estabelecimentos e trabalhadores formais dos setores da indústria, construção civil, comércio e serviços (X01 a X04 e X06 a X09, respectivamente); bem como variáveis do comércio exterior: exportação e importação (X11 e X12) e também o PIB e o VAB total, industrial, serviços, administração e impostos a preços correntes (X12 a X15 e X17 a X19). Nesse sentido, o Fator 1 é aqui denominado como Estrutura Econômica.

O Fator 02 (F2), explica um total de 10,32% e verifica-se uma forte e positiva correlação com as variáveis X05, X10, X16 e X25, apresentando os aspectos mais relevantes do setor agrícola, como quantidade de estabelecimento de agropecuária, proporção de trabalhadores por vínculo no grande setor de agropecuária, VAB agropecuário e valor da produção de lavouras temporárias e permanentes, respectivamente. Denomina-se aqui Estrutura Agrícola. Muito embora contemple características do setor da pecuária, que este é melhor explicado pelo Fator 3 (F3), mais adiante.

Tabela 03 - Cargas Fatoriais e Comunalidade após a rotação pelo método *Varimax* - 2016

Indicadores	Cargas Fatoriais					Comunalidade
	F1	F2	F3	F4	F5	
X15	0,996	0,067	0,014	-0,024	0,002	0,997
X13	0,996	0,065	0,017	-0,027	0,002	0,998
X18	0,995	0,058	-0,011	-0,028	-0,002	0,994
X01	0,994	0,062	-0,001	-0,038	-0,005	0,993
X14	0,994	0,052	0,037	-0,045	0,000	0,994
X19	0,993	0,075	0,024	0,004	0,014	0,992
X08	0,993	0,062	-0,016	-0,029	-0,002	0,992
X03	0,991	0,070	-0,014	-0,018	0,002	0,988
X02	0,990	0,059	-0,015	-0,035	-0,003	0,985
X04	0,989	0,058	-0,027	-0,026	-0,005	0,984
X09	0,988	0,054	-0,029	-0,023	-0,005	0,981
X07	0,988	0,047	0,007	-0,038	-0,008	0,980
X17	0,979	0,051	0,080	-0,045	0,009	0,969
X06	0,956	0,049	0,108	-0,054	0,027	0,932
X11	0,613	0,173	0,143	0,064	0,077	0,536
X12	0,544	-0,003	0,357	-0,060	0,011	0,527
X25	-0,085	0,897	-0,082	0,192	-0,089	0,863
X16	-0,008	0,836	0,298	0,246	0,008	0,849
X10	0,412	0,749	0,163	0,032	0,127	0,775
X05	0,507	0,564	0,198	-0,001	0,276	0,801
X21	0,011	0,138	0,957	0,038	-0,022	0,936
X20	-0,006	0,140	0,933	0,111	-0,013	0,903
X24	-0,053	0,198	0,072	0,967	0,098	0,991
X23	-0,054	0,195	0,072	0,967	0,100	0,992
X22	-0,024	0,043	-0,040	0,179	0,965	0,967
Variância Explicada pelo Fator (%)	59,64	10,32	8,52	8,15	4,24	-

Fonte: Elaboração própria.

* Matriz de componente rotativa (Rotação convergida em 4 iterações); * Método de Extração: Análise de Componente Principal; * Método de Rotação: *Varimax* com Normalização de Kaiser.

O F3 aqui observado, explica um total de 8,52% da variabilidade das variáveis em estudo. As variáveis X20 e X21 apresentando uma alta correlação (0,957) e representam os rebanhos efetivos, por tipo de rebanho (total) e valor da produção de origem animal,

expressando as características pertinentes ao setor pecuário nos municípios cearenses. Deste modo, o Fator 3 é aqui denominado Estrutura Pecuária.

O Fator 4 (F4), cujo percentual de explicação é de 8,15%, representa as variáveis de área plantada (X23) e área colhida (X24). Nesse ínterim, é interessante destacar que essas variáveis “descolaram-se” do Fator 2 (Estrutura Agrícola), por se tratar de dados voltados a área geográfica, mas não a valores econômicos. Isto é bastante comum, conforme pode ser visto nos trabalhos de Morais, Sobreira e Lima (2016) e Alves *et al.* (2018). Denomina-se assim Fator do Estrutura de Plantio. Finalmente, o Fator 5 (F5), com um percentual de 4,24% de explicação, tem apenas uma variável altamente correlacionada, X22 (0,965), indicando o valor de produção e extração vegetal, portanto, aqui denominado como Estrutura Extrativa.

A Figura 01 mostra os municípios cearenses por meio de uma classificação considerando grau de crescimento econômico alto, médio e baixo de acordo com o IEPC.

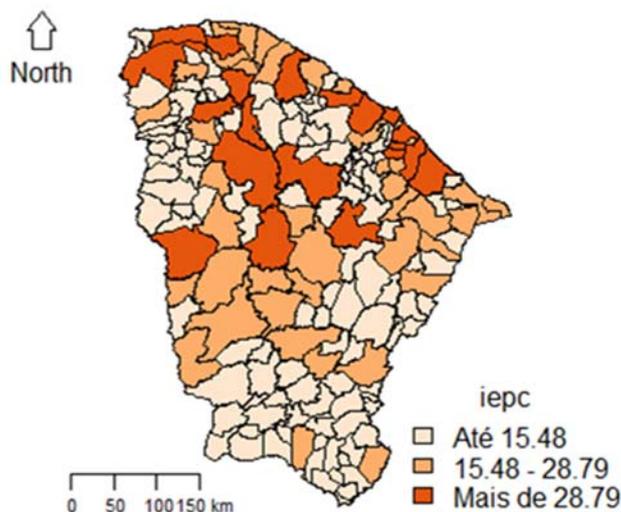


Figura 01: Áreas de concentração do IEPC - 2016

Fonte: Elaboração própria, com utilização do software GeoDa.

Com alto grau de crescimento, são aqueles municípios que apresentaram resultados com um desvio-padrão acima da média, isto é, maior IEPC e, portanto, áreas mais escuras do mapa; médio grau de crescimento, aqueles municípios com IEPC entre a média e um desvio-padrão acima da média; e, por fim, com baixo grau de crescimento econômico, os municípios com IEPC abaixo da média. Desse modo, observa-se que prevalece um baixo grau de crescimento da estrutura produtiva dos municípios cearenses em 2016.

Por meio dos escores fatoriais foi possível construir o Índice de Estrutura Produtiva do Ceará (IEPC) através do método min-max, onde foi possível mostrar na Tabela 04 os dez maiores e os dez menores índices por municípios por meio do ranking.

Tabela 04 - Ranking dos dez melhores e piores municípios segundo o IEPC, 2016

Os 10 melhores municípios do IEPC			Os 10 piores municípios do IEPC		
Clas.	Municípios	IEPC	Clas.	Municípios	IEPC
1	Fortaleza	100,0	184	Quixeré	1,01
2	Beberibe	67,75	183	Guaraciaba Do Norte	3,90
3	Aquiraz	67,02	182	São Benedito	4,21
4	Granja	64,17	181	Penaforte	4,74
5	Horizonte	62,28	180	Antonina Do Norte	4,95
6	São G. do Amarante	57,85	179	Jati	4,95
7	Cascavel	54,48	178	Guaramiranga	5,06
8	Itapipoca	43,41	177	Ibiapina	5,16
9	Quixadá	38,57	176	Meruoca	5,16
10	Caucaia	38,25	175	Missão Velha	5,17

Fonte: Elaboração própria.

Dentre os 10 primeiros municípios com maior IEPC, destaca-se o potencial da estrutura produtiva na região litorânea ou próxima a ela, indicando que eles tiveram maior correlação com os fatores de maior explicação da análise fatorial. Isto é, apresentam valores elevados sobretudo devido ao Fator 1, de maior expressão econômica dentre as variáveis selecionadas. Destacando-se uma diferença relativamente grande de aproximadamente 32 p.p. do IEPC da capital em relação ao segundo município com melhor índice, Beberibe. Conclui-se que há disparidade na estrutura produtiva entre a capital e os demais municípios, inclusive os de seu entorno, no caso de Aquiraz, Beberibe e Caucaia.

Já dentre os menores municípios, segundo o ranking, estes se concentram no Noroeste e Sul do estado, bem como na região central. Quixeré, no Baixo Jaguaribe, é responsável pela última colocação no ranking, sendo considerado aqui o município com estrutura produtiva mais atrasada.

4.2 Análise Exploratória de Dados Espaciais

A AEDE representa o primeiro passo para investigar um fenômeno de interesse. Essa coleção de ferramentas permite conhecer os dados espaciais e constitui-se de uma etapa importante antes de efetuar a modelagem econométrica espacial. Para detectar a presença de autocorrelação espacial nas variáveis calculadas, foi utilizado a estatística *I* de Moran, para o índice calculado, PIB e para os cinco fatores.

De acordo com Cliff e Ord (1981), em termos formais, a estatística I de Moran pode ser expressa como:

$$I_t = \left(\frac{n}{S_o}\right) \left(\frac{z'_t W z_t}{z'_t z_t}\right) t = 1, \dots, n \quad (8)$$

em que z_t é o vetor de n observações para o ano t na forma de desvio em relação à média. E W é a matriz de pesos espaciais: os elementos W_{ii} na diagonal são iguais a zero, enquanto que os elementos W_{ij} indicam a forma como a região i está espacialmente conectada com a região j . O termo S_o é um escalar igual à soma de todos os elementos de W (ALMEIDA *et al.*, 2007). Os valores de I de Moran maiores (ou menores) do que o valor esperado $E(I) = -1/(n-1)$, significam que há autocorrelação positiva (ou negativa).

A escolha da matriz de ponderação espacial foi feita através do procedimento de Baumont (2004) que consiste em selecionar a matriz que tenha o maior I de Moran estatisticamente significativo, este procedimento também é indicado por Almeida (2012). Nesse sentido, a matriz Rainha foi a que apresentou maior nível de significância estatística e, portanto, continuará a ser utilizada no presente artigo.

Por meio da matriz de ponderação espacial Rainha, o IEPC apresentou autocorrelação espacial positiva, isto é, que municípios que apresentam estruturas produtivas mais desenvolvidas e de maior capacidade de crescimento são vizinhos de outros municípios que também apresentam estruturas produtivas de mesmas características ou, alternativamente, que municípios com estruturas produtivas atrasadas são circundados por outros que também apresentam estruturas produtivas pouco desenvolvidas. O mesmo equivale aos fatores, por exemplo, o F2 é responsável por explicar a estrutura agrícola dos municípios cearenses, na convenção rainha, este fator apresentou I de Moran de 0,386 com probabilidade significativa (0,000), ou seja, apresenta uma autocorrelação espacial positiva, indicando que municípios com estrutura agrícola mais desenvolvida são cercados por municípios com as mesmas características de estrutura agrícola. Nesse sentido, vale mencionar o trabalho de Perobelli *et al.* (2007) ao investigar a produtividade desse setor e ao obter resultados como este.

A fim de observar a existência de *clusters* espaciais³³ locais de valores altos ou baixos e quais as regiões que mais contribuem para a existência de autocorrelação espacial⁴. Deve-se implementar as medidas de autocorrelação espacial local ou *Local*

³São eles Alto-Alto (AA), Baixo-Baixo (BB), Alto-Baixo (AB) e Baixo-Alto (BA).

Indicator of Spatial Association (LISA). Onde, segundo Anselin (1995) e Almeida *et al.* (2007) afirmam que um LISA será qualquer estatística que satisfaça a dois critérios: i) um indicador LISA deve possuir, para cada observação, uma indicação de *cluster* espacial significante de valor similar em torno da observação; e ii) o somatório dos LISA's, para todos os municípios cearenses, é proporcional ao indicador de autocorrelação espacial global.

Conforme a Figura 02 (esquerda), observa-se que há uma concentração de *clusters* AA no que se refere ao IEPC, na RMF e proximidades, destacando a forte disparidade intermunicipal presente no Ceará, sendo que no interior prevalecem *clusters* BB e AB. Já na parte central da Figura 02, tem-se Mapa de *clusters* LISA Bivariado com o IEPC e PIB, mostrando que na relação os traços de interiorização de atividades produtivas de maior relevância pra economia ainda é baixa em alguns municípios e nos seus vizinhos, demonstrados pelos quatorze *clusters* BB, cinco AB e três BA. Já na parte direita, há o LISA Univariado do PIB, onde prevalece uma forte concentração na RMF, bem como ao Sul do estado o município de Crato, integrante da Região Metropolitana do Cariri.

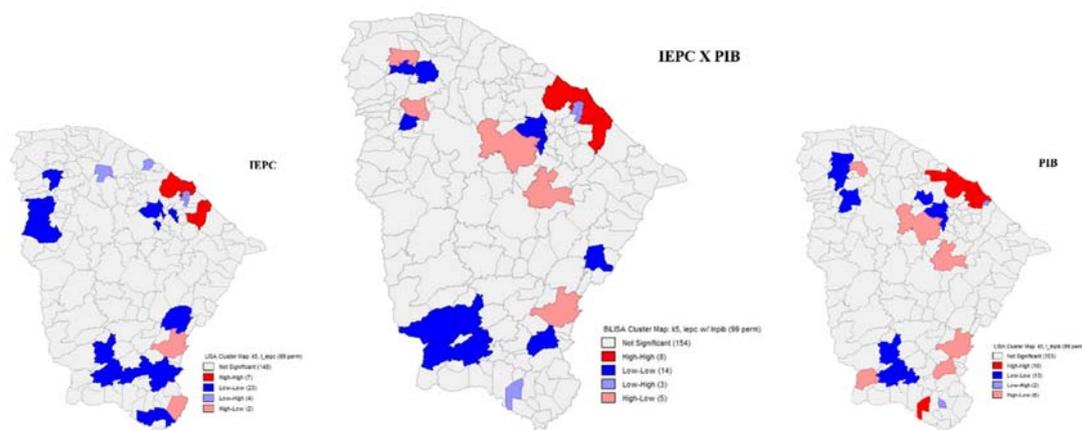


Figura 02 – Mapa de *clusters* LISA univariado e bivariado - 2016

Fonte: Elaboração própria, com utilização do software GeoDa.

No geral, os *clusters* acima identificam e provam a assertiva levantada na hipótese que baliza o estudo, de que prevalece uma concentração tanto do IEPC quanto do PIB na RMF e em seu entorno. Destaca-se também a RM Cariri e alguns municípios da RMS a Noroeste do estado, com altos IEPC's. Ressalta-se que a análise se trata no ano de 2016. No que se refere aos fatores extraídos, a Figura 03 mostra o Mapa de *clusters* LISA univariado para os cinco fatores.

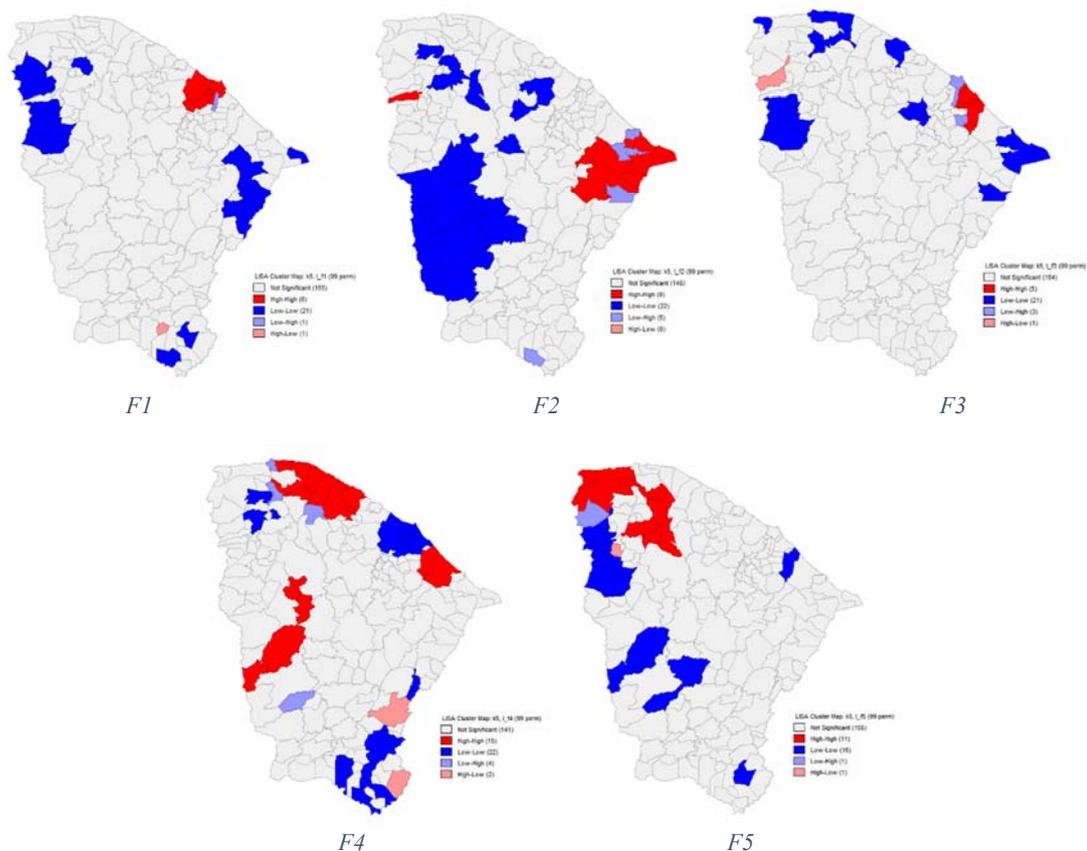


Figura 03 – Mapa de *clusters* LISA para os fatores extraídos - 2016

Fonte: Elaboração própria, com utilização do software GeoDa.

Destaca-se a estrutura agrícola (F2), esta apresenta nove *clusters* AA estatisticamente significantes situados no Nordeste do estado, na região do baixo Jaguaribe e, também, no Oeste do estado no município de Ibiapina. Já no que se refere aos *clusters* BB, a maior concentração está situada na mesorregião dos sertões cearenses. Destaca-se também o F4, indicador responsável pela área de plantio com *clusters* AA significantes nos municípios do sertão cearense, no Norte do estado e no Nordeste, nos municípios de Aracati, Beberibe, Pacajus, entre outros com forte dinâmica agropecuária. O F5 também chama atenção pelos *clusters* AA significantes situados nos municípios do Noroeste do estado bem ao Sul destes há uma concentração de *clusters* BB, isto é, municípios com baixa atividade referente a extração vegetal são também vizinhos de municípios com as mesmas características.

4.3 Resultados

Para estimar a regressão proposta, metodologicamente foram adotadas técnicas de estimação da econometria espacial (ANSELIN, 1988; LESAGE, 1999; ALMEIDA et al.,

2007; ALMEIDA, 2012). Em que os cinco fatores extraídos por meio da análise fatorial na subseção anterior serão incluídos como variáveis independentes na regressão para explicar o produto interno bruto no ano de 2016 (a variável dependente). É amplamente recomendado pela literatura que o primeiro passo seja regredir pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) nesse caso, o PIB dos municípios cearenses contra a Estrutura Econômica (F1), a Estrutura Agrícola (F2), a Estrutura Pecuária (F3), a Estrutura de Plantio (F4) e a Estrutura Extrativa (F5). Conforme a equação abaixo:

$$\ln pib_i = \beta_0 + \rho W_1 \ln pib + \beta_1 F1 + \beta_2 F2 + \beta_3 F3 + \beta_4 F4 + \beta_5 F5 + u \quad (9)$$

Os resultados da regressão por MQO estão expostos na Tabela 05. Observa-se, inicialmente, que há evidências de heteroscedasticidade por meio do teste de Breusch-Pagan e no diagnóstico revelado pelo teste Jarque-Bera, os resíduos não seguem uma distribuição normal. No entanto, apesar do Jarque-Bera rejeitar a normalidade, o histograma mostra que eles são quase normais. Deste modo, pode-se assumir a normalidade. Ademais, as variáveis independentes foram extraídas por meio da análise fatorial, logo, não há indicação de problema de multicolinearidade.

Tabela 05 - Resultados da Regressão por MQO*

Coefficientes	Estimativas
(Intercepto)	5,293*** (0,023)
F1	0,237*** (0,025)
F2	0,172*** (0,024)
F3	0,204*** (0,022)
F4	0,103*** (0,023)
F5	0,047** (0,024)
I Moran Global da regressão	0,140***
Breusch-Pagan	18,046**
Jarque-Bera	120,850***
Akaike	108,203
Schwartz	130,707
LIK	-47,101
n	184
R ²	0,5879
R ² ajustado	0,5764

Notas: *, **, *** denotam valor-p menor do que 10%, 5% e 1%, respectivamente. Desvio padrão entre parenteses. Fonte:

Elaboração própria.

Vale destacar que pelo teste estatístico de I de Moran Global da regressão, observou-se que o mesmo é significativo, indicando que há presença de efeitos espaciais nas variáveis. Nesse sentido, a Tabela 06 apresenta os resultados do teste focalizado, com o objetivo de verificar se a presença de efeitos espaciais é na defasagem (SAR), nos erros (SEM), ou mesmo em ambos (SAC).

Tabela 06 - Resultados do teste focado

Coefficientes	Valores	Parâmetros	Probabilidade
ML λ	8,588	1	(0,003)
ML ρ	12,305	1	(0,000)
ML $\lambda\ddagger$	0,705	1	(0,401)
ML $\rho\ddagger$	4,421	1	(0,035)
ML $\lambda\rho$	12,009	2	(0,002)

Fonte: Elaboração própria.

Constata-se que há evidências de autocorrelação espacial no erro (λ), na defasagem (ρ) e em ambos ($\lambda+\rho$), ou seja, tanto pelo I de Moran (0,140) quanto pelos Multiplicadores de Lagrange (ML), estatisticamente significativos. Quase todos os testes de ML mostram-se significativos, a exceção é o Multiplicador de Lagrange na versão robusta do erro (ML $\lambda\ddagger$). Em que pese isso, o valor mais alto do teste de Multiplicador de Lagrange indica que o modelo mais adequado é o modelo de defasagem espacial (ML ρ).

Nesse sentido, foram estimados os modelos indicados pela Tabela 06, a saber: ML ρ (SAR), ML λ (SEM), ML $\rho\ddagger$ (SAR ML Robusto) e ML $\lambda\rho$ (SAC), que foram os modelos com significância estatística, isto é, captou-se efeito espacial. Dentre estes modelos, o modelo com melhor ajuste e, portanto, mais adequado, atendendo aos critérios AIK, SC, LIK e pseudo R^2 , foi o modelo com defasagem espacial (SAR ML) estimado pelo método de Máxima Verossimilhança. Adicionalmente também foi testada a matriz WX , com o objetivo de testar se há efeito de transbordamento localizado para os municípios vizinhos. Nesse sentido, os resultados da estimação são apresentados na tabela seguinte.

Tabela 07 - Resultado da Estimação do Durbin espacial

Coefficientes	Estimativa	Desvio Padrão	P-valor
(Intercepto)	3,9746	0,5288	(0,000)
F1	0,1914	0,0222	(0,000)
F2	0,1671	0,0237	(0,000)
F3	0,1602	0,0234	(0,000)
F4	0,1527	0,0237	(0,000)
F5	0,0551	0,0206	(0,007)
WXF1	0,1948	0,0530	(0,000)
WXF2	-0,0221	0,0362	(0,540)
WXF3	-0,0664	0,0402	(0,098)
WXF4	-0,1019	0,0380	(0,007)
WXF5	-0,0397	0,0231	(0,086)
ρ	0,2500	-	(0,002)
<i>I</i> de Moran	-0,007	-	(0,966)
Jarque-Bera	70,295	-	(0,000)
AIK	73,999	-	-
SC	115,793	-	-
LIK	-23,999	-	-
n	184	-	-
Pseudo R^2	0,5998	-	-

Fonte: Elaboração própria.

O termo autoregressivo ρ da variável dependente é altamente significativo, e revela o valor do efeito médio das regiões vizinhas em dado município. Como ele é positivo, isso indica que existe autocorrelação espacial global positiva. Em outras palavras, o termo ρ positivo significa que um alto valor do PIB nos municípios vizinhos aumenta o valor do PIB no município em questão.

Na análise dos resultados, observa-se o sinal esperado dos regressores (positivo) bem como estes são estatisticamente significantes a pelo menos 1%. Assim, um aumento de uma unidade nos indicadores que compõe a Estrutura Econômica (F1) está ligado a uma variação positiva de 19,14% do produto interno bruto do município. Do mesmo modo os demais fatores, isto é, um aumento de uma unidade nos indicadores que compõe cada estrutura irá impactar positivamente no crescimento econômico dos municípios cearenses em aproximadamente 16,71% no que se refere a Estrutura Agrícola (F2), 16,02% referente a Estrutura Pecuária (F3), 15,27% Estrutura de Plantio (F4) e, por fim, 5,51% referente a Estrutura Extrativa.

Em outros termos, o coeficiente do F1 revela que o PIB foi maior em municípios com 19 melhores indicadores de emprego, empresas, comércio internacional e produto da economia. Assim sendo, essa estrutura corresponde a quase 1/5 da participação efetiva

no PIB. Vale destacar que municípios com baixo escore fatorial nesse fator apresentam baixo índice de crescimento econômico, algo comum nos dez municípios com menores IEPC do estado, abordado anteriormente na Tabela 04. A estimativa do indicador de estrutura agrícola (F2) revela-se diretamente relacionada com PIB, assim como todos os outros, contudo gera o segundo maior retorno e concentra uma grande quantidade de *clusters* Alto-Alto na região do baixo Jaguaribe e na Serra da Ibiapaba. Tais efeitos são sentidos nos municípios vizinhos segundo critérios de convenção utilizados.

Em termos gerais, a estrutura pecuária (F3) também se mostra concentrada e relevante na participação relativa no crescimento econômico, sobretudo a concentração de *clusters* AA nos arredores de Fortaleza. O indicador de área de plantio (F4) é positivo e estatisticamente significativo, indicando que aumento em uma unidade dos indicadores que o compõe geram um retorno no PIB de 15,3% (algo expressivo). Pela AEDE, notou-se que o F4 se concentra mais na região centro-sul cearense, onde se tem uma dinâmica econômica voltada principalmente às monoculturas. Áreas de plantio localizadas nas proximidades com o litoral são também voltadas a exportação de commodities, conforme analisado por Lima Júnior (2014). O Fator 5, é positivo e estatisticamente significativo, e indica que um aumento em uma unidade gera um retorno no PIB equivalente a 5,5%, algo pouco expressivo, frente aos demais fatores e pelo escore fatorial. Observou-se que este fator é mais alto em municípios de baixo crescimento econômico, o destaque é que há formação de *clusters* por todo o estado, impactante diretamente na renda de muitos trabalhadores, sobretudo no interior.

Na Tabela 07, também foi testada a relação das variáveis explicativas. Como não há indícios de correlação entre os regressores, isso foi possível. Deste modo, fora incluída no modelo a matriz WX e observou-se que as variáveis F1, F3, F4 e F5 foram estatisticamente significantes a pelo menos 1% exceto F3 a 10% e F2 que não foi significativa. Isso denota que, em relação à Estrutura Econômica (F1), um aumento de uma unidade nos indicadores que o compõem em um determinado município irá provocar efeitos positivos no PIB do município vizinho e vice-versa em aproximadamente 19,48%, o que já era esperado. No que se refere as estruturas pecuária, plantio e extrativa, um aumento nos indicadores que os compõem gera efeitos negativos no PIB dos municípios vizinhos em aproximadamente 6,64%, 10,19% e 3,97%, respectivamente. Isso se deve no caso dessas estruturas, pela baixa expressividade econômica, disparidades no território e irregularidades das chuvas no Ceará, já que são estruturas que são afetadas por períodos

sazonais, com exceção da estrutura pecuária, que houve queda nos seus indicadores no ano em questão comparado com os anos anteriores sobretudo no efetivo dos rebanhos bovinos, muito embora o valor da produção tenha aumentado discretamente (IPECE, 2016).

No mais, a correção da autocorrelação espacial nos resíduos aumenta a eficiência das estimativas. Em modelos nos quais os erros não são esféricos, a tradicional medida de ajuste da regressão, o coeficiente de determinação (R^2), perde sentido, não podendo ser usada para comparar modelos espaciais concorrentes (ALMEIDA, 2012). Com o intuito de contornar isso, é mostrada a medida de um pseudo R^2 expresso como a razão entre a variância dos valores previstos pelo modelo e a variância dos valores observados para a variável dependente (ANSELIN, 1988). O pseudo R^2 tem um valor de 0,5998, indicando que 60% da variação nos dados da variável dependente são explicadas pelos cinco fatores. Para melhor vislumbrar os efeitos dos fatores sobre o PIB, atenta-se a Tabela 08:

Tabela 08 - Medidas de impacto (*lag, exato*)

Variáveis	Direto	Indireto	Total	Viés*
F1	0,194*** (8,022)	0,061** (2,078)	0,255*** (6,151)	0,076
F2	0,169*** (6,636)	0,053* (1,895)	0,223*** (4,625)	0,296
F3	0,162*** (6,929)	0,051** (1,968)	0,214* (5,181)	0,049
F4	0,155*** (5,824)	0,049* (1,907)	0,204*** (4,563)	0,981
F5	0,056*** (2,759)	0,018 (1,614)	0,074*** (2,595)	0,575

Notas: *, **, *** denotam valor-p menor do que 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Fonte: Elaboração própria.

*Viés causado pelo MQO.

Pela análise tem-se que o efeito direto da estrutura econômica de um município sobre o crescimento econômico deste é de aproximadamente 19,40%. No que se refere as estruturas agrícola, pecuária, plantio e extrativa esse percentual é de 16,93%, 16,23%, 15,47% e 5,59%. Deste modo, indicando que os fatores da estrutura produtiva extraída de um determinado município cearense geram efeitos diretos elevados sobre o crescimento econômico dos mesmos. No que diz respeito aos efeitos indiretos. O efeito indireto da estrutura econômica dos municípios sobre o PIB do município vizinho é aproximadamente 6,13%. No que se refere aos demais fatores apenas o F5 não fora

estatisticamente significativa. Em outros termos, tem-se que o efeito indireto da estrutura agrícola de um município sobre o PIB do outro é de aproximadamente 5,35% assim como a estrutura pecuária em 5,13% e plantio em 4,89%, levando a crer que o impacto indireto não pode ser desconsiderado.

Se somados, o impacto total dos cinco fatores de um determinado município sobre o crescimento econômico dos mesmos e de seus vizinhos é de aproximadamente 25,5% na estrutura econômica, 22,3% na estrutura agrícola, 21,4% na estrutura pecuária, 20,4% na estrutura de plantio e 7,4% na estrutura extrativa. Por fim, na seção seguinte foram feitas algumas considerações finais do estudo.

Vale destacar a importância do viés causado pelo MQO. Sendo essa uma das justificativas para o uso de modelos alternativos ao convencional, responsável por estimar os efeitos espaciais (para o caso metodológico dessa pesquisa) entre variáveis.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Adotando um conjunto de métodos de análise quantitativa, incluindo a análise exploratória de dados espaciais, a econometria espacial e a análise fatorial, este trabalho chegou à conclusão de que municípios mais desenvolvidos em termos de estrutura produtiva apresentam características similares e são espacialmente concentrados, sobretudo próximo a faixa litorânea do estado.

Os resultados por meio da análise fatorial evidenciam cinco fatores interdependentes explicando um total de 90% da variabilidade dos dados utilizados, aqui nomeados em: estrutura econômica (F1), estrutura agrícola (F2), estrutura pecuária (F3), estrutura de plantio (F4) e estrutura extrativa (F5). Observou-se pelo IEPC que os maiores índices se localizam, em sua maioria, em municípios da região litorânea do estado, havendo uma disparidade considerável com os municípios de interioranos. Em termos espaciais, a análise exploratória dos dados identifica que algumas estruturas, tendem a se concentrar em áreas específicas, seja pela importância econômica, proximidade com o litoral, clima, fertilidade do solo, centralidade, facilidade de escoamento da produção, dentre outros. Chama atenção os grandes *clusters* AA do F2 no Nordeste, bem como o F4 no Noroeste e na região central do estado, segundo Almeida *et al.* (2007) e Nascimento, Justo e Alves (2017) os componentes espaciais: agrícola e pecuária, tendem a se concentrar espacialmente.

Já no que se refere ao modelo espacial utilizado, constatou-se que o modelo mais adequado é o modelo Durbin espacial. Observou-se uma relação positiva entre os fatores da estrutura produtiva e a *proxy* de crescimento econômico (PIB). Vale ressaltar a importância da estrutura econômica, sobretudo na faixa litorânea, na capital e seu entorno, no entanto, a participação das estruturas agrícolas e pecuária frente ao PIB de municípios é bastante relevante, o que caracteriza como fatores de grande retorno econômico sobretudo para os municípios interioranos.

A explicação se deve ao fato de que o F2 apresenta importante dinâmica no PIB devido aos agropolos, as agroindústrias e a própria agricultura tradicional, dentre outros, que tem grande impacto nas atividades econômicas e na estrutura produtiva do município. Assim como os fatores de estrutura de plantio e extrativa, o retorno em termos de PIB seja bem menor do que os demais, tais indicadores são importante e refletem parte da realidade de alguns municípios das regiões Norte, Noroeste e Oeste do estado em termos de crescimento econômico.

No geral, os polos mais desenvolvidos em termos de estrutura produtiva se concentraram na faixa litorânea, nota-se pelo *I* de Moran local (LISA) que há uma tendência a espraiamento das atividades produtivas, levando a crer que o processo de interiorização das atividades econômicas e produtivas está cada vez mais inserido na dinâmica atual do capitalismo. Vale destacar que as políticas de interiorização do desenvolvimento, tem suscitado transformações econômicas e uma distribuição espacial mais equilibrada nos municípios sob a lógica da acumulação capitalista.

Sendo assim, os resultados obtidos sustentam a hipótese inicial do estudo de que os efeitos espaciais dos fatores da estrutura produtiva geram efeitos positivos no crescimento econômico dos municípios vizinhos. Ademais, observou-se que há concentração da estrutura econômica na RMF e ao longo da faixa litorânea nos demais fatores. Deste modo, é provada a assertiva levantada na hipótese deste estudo. Assim, sugere-se a continuação de estudos que possibilitem analisar a estrutura produtiva nos anos subsequentes, bem como um estudo em painel de dados de vários anos, verificando possíveis alterações nesse quadro, levando em consideração os efeitos espaciais. Bem como estimar relações dos estados da região Nordeste, captando a autocorrelação espacial e a heterogeneidade espacial, no contexto intra-regional.

6. REFERÊNCIAS

ANDERSON, R.; TATHAM, R.; BLACK, W.; HAIR, J.; e BABIN, J. **Análise Multivariada de Dados**. Bookman. Edição nº6, 2009.

ACCIOLY, Vera Mamede. **A metrópole e o impacto das políticas públicas na expansão urbana: Fortaleza entre 1980 e 2008**. Anais do Encontro de Geógrafos da América Latina (EGAL), Montevideo, 2009.

ALMEIDA, Eduardo Simões de *et al.* **O Fator “Agora É Lula” na Eleição Presidencial de 2002**. TD. Mestrado em Economia Aplicada FEA/UFJF 001/2007. Juiz de Fora, 2007.

ANSELIN, L. **The Moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association**. Fisher, M, Scholten, H.J and Unwin, D W (eds). Spatial analytical perspectives in GIS. Taylor e Francis. London. p 111-125. 1996.

ANSELIN, L. **Spatial econometrics: methods and models**. Boston: Kluwer Academic, 1988.

ALVES, Denis Fernandes *et al.* Estrutura Produtiva Nas Mesorregiões Do Nordeste Brasileiro: Uma Análise Fatorial. **Informe GEPEC**, v. 22, n. 2, p. 81-98, 2018.

BAUMONT, C. **Spatial effects in housing price models: do house prices capitalize urban development policies in the agglomeration of Dijon (1999)?** Mimeo. Université de Bourgogne, 2004.

BARROS, Felipe Presado Menezes; PRATES, Thierry Molnar. A Nova Geografia Econômica e a explicação do diferencial de produtividade entre cidades: estudo de caso sobre Maceió e Recife. **Registro Contábil**, v. 5, n. 1, p. 147, 2014.

BRANDÃO, C. A.; OLIVEIRA, H. S. **Divisão inter-regional do trabalho no Brasil nos anos 90: perdas de quantidade e qualidade nos investimentos, empregos e instrumentos de regulação**. RIBEIRO, ACT et al, p. 355-389. 2005.

BEZERRA, Antonio Marcos; DE OLIVEIRA, Ana Claudia Sampaio. O processo de desindustrialização no Ceará: uma análise a partir do valor adicionado e do emprego. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 48, n. 1, p. 81-96, 2017.

CLIFF, A. D. e ORD, J.K. **Spatial processes: models and applications**. Pion, London. 1981. ELHORST, J. P. Specification and estimation of spatial panel data models. *International Regional Science Review*, vol. 26, n. 3, p. 244-268, 2003.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Ipece Conjuntura 2015**. Boletim da Conjuntura Econômica cearense, referente aos resultados do 4º trimestre de 2015. Fortaleza/CE. v.4, n.4, 2015.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Ceará em números 2016**. Ceará em Números. Fortaleza/CE. 2016.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. Prentice Hall, 1992.

LESAGE, James P. **The theory and practice of spatial econometrics**. University of Toledo. Toledo, Ohio, v. 28, p. 33, 1999.

LIMA, Vinícius Misael Alves de; MAIA, Katy. Índice de desenvolvimento socioeconômico dos municípios sul-mato-grossenses para 2010. **Revista Brasileira Eco. de Emp.**; n.15, v.2, p.83-103. 2015.

LIMA JÚNIOR, F. O. de. **Estrutura produtiva e rede urbana no Estado do Ceará durante o período de 1980-2010**. Campinas. SP: Instituto de Economia da UNICAMP, 2014 (Tese de Doutorado). 264p.

MELO, C.; PARRÉ, J. **Índice de desenvolvimento rural dos municípios paranaenses: determinantes e hierarquização**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 45, n. 02, p. 329-365. 2007.

MELO, C. Índice relativo de desenvolvimento econômico e social dos municípios da região Sudoeste paranaense. **Revista Análise Econômica**, Porto Alegre, ano 25, nº 47, p.149-164, setembro de 2007.

MISSAGGIA, Silvia Zanoso. **Desenvolvimento humano na mesorregião centro ocidental-RS: um estudo utilizando a análise fatorial**. Monografia de especialização apresentada ao curso de especialização em estatística e modelagem quantitativa da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2012.

MONTEIRO, V.P.; PINHEIRO, J.C. Critério para implantação de tecnologias de suprimentos de água potável em municípios cearenses afetados pelo alto teor de sal. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Rio de Janeiro, vol. 42, n. 02, p. 365-387, abr/jun 2004.

MORAIS, Gabriel Alves de Sampaio; SOBREIRA, Diogo Brito; LIMA, João Eustáquio de. **Padrão e Determinantes da Estrutura Urbana das Microrregiões Brasileiras**. In: 54º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural:

Desenvolvimento, território e biodiversidade. Anais Eletrônicos: Desenvolvimento Regional e Territorial. 2016.

NASCIMENTO, E. F.; JUSTO, W. R.; ALVES, D. F. **Impactos das culturas agropecuárias da região centro-oeste: uma abordagem espacial.** In: 55o Congresso da Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural, 2017, Santa Maria/RS. Anais da 55o Congresso da Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural, 2017.

PEROBELLI, Fernando Salgueiro *et al.* Planejamento Regional e Potenciais de desenvolvimento dos municípios de Minas Gerais na região em torno de Juiz de Fora: Uma aplicação de análise fatorial. **Revista Nova Economia.** V 9. N.1, julho, 1999.

PEROBELLI, Fernando Salgueiro *et al.* Produtividade do setor agrícola brasileiro (1991-2003): uma análise espacial. **Nova economia**, v. 17, n. 1, p. 65-91, 2007.

PINHEIRO, Tiago Cisalpino. Hierarquia urbana e situação fiscal dos municípios brasileiros. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 3, n. 1, 2009.

REZENDE, Marcelo Lacerda; FERNANDES, Luiz Phillipe de S.; SILVA, Antônio Marcos Rodrigues. Utilização da Análise Fatorial para determinar o potencial de crescimento econômico em uma Região do Sudeste do Brasil. **Revista Economia e Desenvolvimento**, n. 19, 2007.

SOUSA, F. J. P.; Transformações Políticas e Institucionais no Ceará: repercussões nas finanças públicas do Estado. **Rev. Econ. do Nordeste.** Fortaleza, v. 38, no 4, out-dez. 2007.

XERXENEVSKY L. L.; FOCHEZATTO, A. Índice relativo de desenvolvimento socioeconômico dos municípios do litoral norte do Rio Grande do Sul: uma aplicação da análise fatorial. **Boletim Geográfico do Rio Grande Do Sul.** Porto Alegre (RS). Ed. 25, p. 31-55. 2015.

DINÂMICA DA DESIGUALDADE DE NOTAS DO QUINTO E DO NONO ANO, NAS ESCOLAS PÚBLICAS NO CEARÁ

Roberto Tatiwa Ferreira*

Maria Socorro de Vasconcelos Carneiro**

Mauricio Cabrera Baca***

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo principal analisar a dinâmica das desigualdades das notas dos alunos das escolas públicas nos 184 municípios do Ceará, no ensino fundamental. Analisa-se as desigualdades de notas do quinto e do nono ano nas escolas públicas no Ceará. Os dados utilizados neste trabalho são extraídos dos bancos de dados da Prova Brasil para os anos 2011, 2013 e 2015. Para estimar a persistência da desigualdade da educação básica nos municípios cearenses, foram calculadas duas medidas baseadas nessas notas: a) uma medida de dispersão em torno da nota média do município e b) uma dispersão em relação a melhor nota observada em cada ano. Depois estimam-se modelos de painel dinâmico para essas variáveis. Os resultados mostram que essas diferenças tendem a persistir e em alguns casos são possivelmente não estacionárias e indicam forte processo de divergência. Principalmente, na variável de desvio das notas de português do quinto ano em relação a melhor nota da disciplina em dado ano e da variável de desvios da nota de matemática do nono ano em relação a melhor nota. Dessa forma, conclui-se que políticas que incentivem não apenas os melhores resultados, mas também a redução dessa desigualdade, como aulas de reforço para alunos com maior dificuldade, ou políticas fiscais que incentivem conjuntamente aumentos na média e redução na dispersão (desigualdade) das notas podem ser investigadas.

Palavras-chave: Políticas públicas. Persistência da desigualdade. Painel dinâmico. Convergência de Desigualdade.

ABSTRACT

The main objective of this paper is to analyze the dynamics of inequalities in the grades of public school students in the 184 municipalities of Ceará, in primary education. The inequalities of fifth and ninth grade grades in public schools in Ceará are analyzed. The data

* Professor CAEN/UFC. Contato: (85) 999293717. rtf2@uol.com.br.

** Mestre em Economia, CAEN/UFC.

*** Doutorando em Economia, CAEN/UFC. Contato: (85) 997758218. cabrerabmauricio@caen.ufc.br.

used in this work are extracted from the databases of Prova Brasil for the years 2011, 2013 and 2015. To estimate the persistence of the inequality of basic education in the municipalities of Ceará, two measures were calculated based on these notes: a) a dispersion measure around the average grade of the municipality and b) a dispersion in relation to the best grade observed in each year. Then dynamic panel models are estimated for these variables. The results show that these differences tend to persist and in some cases are possibly non-stationary and indicate a strong process of divergence. Mainly, in the variable of deviation of the Portuguese notes of the fifth year in relation to the best grade of the subject in a given year and the variable of deviations of the mathematical grade of the ninth grade in relation to the best grade. In this way, we conclude that policies that encourage not only the best results, but also the reduction of this inequality, such as reinforcement classes for students with greater difficulty, or fiscal policies that jointly encourage increases in the mean and reduction in the dispersion (inequality) of notes can be investigated.

Keywords: Public policies. Persistence of inequality. Dynamic panel. Convergence of Inequality.

JEL: I24, I25 e C33

1. INTRODUÇÃO

A educação, segundo a literatura econômica das últimas décadas, é uma ferramenta essencial, tanto para fomentar o crescimento e o desenvolvimento econômico, quanto para reduzir a desigualdade e a pobreza. Vários estudos mostram que a educação é um importante determinante do capital humano e das desigualdades sócio econômicas de uma economia.

Vários estudos buscam explicar o sucesso educacional dos indivíduos e das escolas. O trabalho de Coleman et al. (1966) é um dos primeiros a analisar os determinantes do desempenho escolar e indicam que o background familiar é mais relevante do que os fatores escolares para o desempenho escolar durante a primeira infância.

Para o Brasil, Albernaz, Ferreira e Franco (2002) mostram que cerca de 75% da variância no desempenho médio entre as escolas é explicado pelas diferenças socioeconômicas dos estudantes. Resultado similar é reportado por Jesus e Laros (2004). Outro resultado comumente encontrado na literatura internacional e também reportado para o Brasil é o de que filhos de mães com nível educacional mais elevado apresentam um melhor desempenho médio nos exames de proficiência, do que os filhos de mãe com nível educacional inferior (CURI e MENEZES-FILHO, 2006).

Há vários outros estudos sobre eficiência e determinantes da proficiência dos alunos ou das escolas. No entanto, há poucos estudos sobre a desigualdade de proficiência. A discussão da desigualdade na educação é relevante porque, além da educação ser essencial para impulsionar o crescimento econômico, uma maior igualdade na educação no presente pode significar uma menor desigualdade sócio econômica no futuro.

O presente estudo objetiva preencher essa lacuna e objetiva avaliar a heterogeneidade e a persistência da desigualdade educacional no ensino fundamental no estado do Ceará. Para isso estimam-se modelos para dados em painel, utilizando medidas de desigualdade das notas dos alunos nas provas de português e matemática da prova Brasil para o quinto e nono ano do ensino fundamental, observados nos anos de 2011, 2013 e 2015. Essas notas são agregadas a nível municipal para possibilitar uma análise da heterogeneidade educacional no Ceará.

Os dados das notas dos alunos são usados para calcular duas medidas de desigualdade. Na primeira, as notas de cada aluno foram subtraídas da média das notas das escolas que pertencem ao mesmo município, elevadas ao quadrado, somadas e divididas pelo número de observações das escolas. Desta forma, obtém-se uma estimativa da variância da diferença das

notas em relação à nota média do município. A segunda medida analisada é calculada de forma similar à primeira. Entretanto, essa medida usa a diferença da nota do aluno em relação a melhor nota daquela prova obtida no ano em análise. Portanto, essa medida é uma estimativa da variância da diferença das notas em relação a melhor nota da disciplina analisada.

Para estimar a persistência da desigualdade da educação básica nos municípios cearenses, serão estimados pelo procedimento de correção de viés baseado em bootstrap para painéis dinâmicos de Everaert e Pozzi (2007). Esses propõem uma correção baseada em técnicas paramétricas e não paramétricas de bootstrap para as estimativas de modelos para dados em painel dinâmico. Suas simulações mostram que o método proposto produz inferências tão boas quanto as de outras correções analíticas (baseadas em correções teóricas) em amostras grandes, mas tem melhores resultados em pequenas amostras. Ademais, a correção desses autores pode gerar melhores inferências do que os estimadores GMM e, em geral, funciona bem na presença de erros não-normais, heterocedasticidade condicional de forma desconhecida e condições iniciais não estacionárias.

Além dessa introdução, essa dissertação está dividida em quatro capítulos. O segundo capítulo apresenta a revisão de literatura, apresentando as principais políticas públicas educacionais com foco no Estado do Ceará. O terceiro capítulo apresenta a metodologia utilizada na pesquisa, além de apresentar os dados e uma análise prévia da persistência das desigualdades educacionais no quinto e no nono ano. O quarto capítulo trata-se da análise dos resultados com os objetivos propostos. E o último capítulo mostra as considerações finais a que chegou-se com os resultados obtidos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Educação, fatores educacionais e crescimento econômico

É consensual em diversas áreas sociais aplicadas, que a educação é importante para a produção, qualidade institucional, conhecimento da população de seus direitos e deveres e convívio em sociedade. Esses fatores são importantes para o crescimento econômico e o bem estar da população. (ARROW, 1962; LUCAS, 1988; BECKER, MURPHY e TAMURA, 1990; MINCER, 1958; e TINBERGEN, 1975).

É que a acumulação do capital humano, realizado através da educação tem o poder de gerar inovações na área da pesquisa e no desenvolvimento da economia, resultando elevação da produtividade e principalmente na melhoria do coeficiente tecnológico dos insumos. O ser

humano ao receber a educação ele se torna capaz de desenvolver os avanços tecnológicos e científicos tão necessários para os nossos dias.

Portanto, há que se considerar que a educação é a mais importante determinante (e variável proxy) do capital humano, além das desigualdades socioeconômicas de qualquer economia, sendo que vários estudos são realizados para explicar melhor o sucesso da educação dos indivíduos e das escolas.

Vários estudos buscam explicar o sucesso educacional dos indivíduos e das escolas. Coleman et al. (1966) estudam os determinantes do desempenho escolar através de uma função de produção da educação para estimar os fatores que impactam significativamente no desempenho educacional. De acordo com os autores, o background familiar é mais relevante do que os fatores escolares para o desempenho escolar durante a primeira infância.

Para o Brasil, Albernaz, Ferreira e Franco (2002) mostram que cerca de 75% da variância no desempenho médio entre as escolas é explicado pelas diferenças socioeconômicas dos estudantes. O desempenho médio estudantil também depende se a escola é pública ou privada (com vantagens para essa última), da escolaridade dos professores e da infraestrutura física da escola. Esse resultado é corroborado por Jesus e Laros (2004) os quais mostram que a maior parte da variância no desempenho em língua portuguesa entre escolas, está relacionada principalmente às condições socioeconômicas dos alunos e das escolas.

Curi e Menezes-Filho (2006) mostram que os filhos de mães com nível educacional mais elevado apresentam um melhor desempenho nos exames de proficiência, do que os filhos de mãe com nível educacional inferior. De acordo com Menezes-Filho (2007), os fatores correlacionados com um melhor desempenho dos estudantes do ensino fundamental e médio são as características da família e do aluno, a idade de entrada no sistema escolar, e a frequência por parte dos estudantes no primeiro ano do ensino fundamental (Pré-Educação Infantil) e o número de horas-aula.

Biondi e Felício (2007) investigam quais fatores escolares determinam o desempenho médio nas provas de matemática dos alunos do quinto ano do Ensino Fundamental. Os resultados indicam que a ausência de rotatividade dos professores durante o ano efetivo, a experiência dos professores acima de dois anos em sala de aula e a conexão à internet dentro da escola impactam de forma positiva no resultado médio escolar.

Esses resultados, de forma geral, mostram quais os fatores importantes para explicar o desempenho dos alunos. Entretanto, há poucos trabalhos analisando a dinâmica das diferenças (desigualdades) de desempenho entre os alunos. Esse trabalho pretende preencher essa lacuna.

2.2 Educação no Ceará

A Constituição Federal de 1988 tornou-se um marco histórico para o acesso à educação pública no Brasil em face da manutenção do percentual de recursos a ela direcionados através dos estados e dos municípios de 25% e ainda ter elevado de 13% para 18% o percentual do Governo Federal. Essa medida fez com que houvesse um processo de universalização tanto no ensino fundamental como no ensino médio, conforme afirma MENEZES (2008).

A nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394, editada em 1996, fez alterações nas responsabilidades dos entes federados no que concerne à manutenção e ao desenvolvimento do ensino em todos os seus níveis. Foi através dela que se deu a descentralização no setor da educação, em especial porque direcionou os seus recursos através da criação do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e da Valorização do Magistério (FUNDEF). Apesar do FUNDEF ser estadual, ele é estruturado com recursos de todas as entidades federativas, ou seja, dos Municípios, dos Estados e da União, e cuja divisão se dá proporcionalmente ao número de matriculados no ensino fundamental (OLIVEIRA, 2008).

A criação do FUNDEF ainda objetivou disponibilizar incentivos financeiros para a execução das políticas municipalistas que eram formuladas desde a CF/88, além de ter sido fortalecido pelo Estatuto da Criança e do Adolescente, com a Emenda Constitucional EC-14/1996, além de Normas e Resoluções do Conselho Nacional de Educação (CNE). Em 2007 o FUNDEF foi substituído pelo Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica (FUNDEB) e da Valorização dos Profissionais da Educação, cuja alteração principal foi a incorporação do ensino infantil e médio na distribuição dos recursos.

Como se observa, foram diversas as políticas federativas criadas com o objetivo de ampliar o acesso ao ensino fundamental, sendo desenvolvidas medidas para incorporar as crianças que se encontravam fora da escola em função da vulnerabilidade socioeconômica de cada município. Nesse sentido, cabe ressaltar a criação de dois importantes programas: o Programa de Erradicação do Trabalho Infantil (PETI) e o Bolsa-Escola, os quais se utilizam de mecanismos de transferência direta de renda, desde que tenha como contrapartida a manutenção da criança na escola.

Há que se ressaltar, no entanto, que essa ampliação no acesso à escola não veio acompanhada de aumentos na qualidade do ensino. É que apesar dos grandes avanços tecnológicos e socioeconômicos, ainda existem grandes desigualdades no desempenho educacional entre regiões, estados e municípios brasileiros e entre escolas públicas e privadas (SULIANO e SIQUEIRA, 2012, e MORAES e BELLUZO, 2014).

De acordo com pesquisa realizada pelo SPAECE (2018) em conjunto com o SAEB o Estado do Ceará é tido como pioneiro no país a demonstrar preocupação com a educação, além de por em prática políticas educacionais voltadas para avaliação da educação. Como referência desse histórico educacional, em 2001 foi realizada uma equiparação das médias estaduais com as médias do país e o Ceará já justificava essa boa performance de conformidade com os indicadores do SAEB de 1999, divulgadas no ano 2000.

A educação constitui-se na principal ferramenta para o desenvolvimento social das pessoas, pois é a partir de quando o indivíduo se encontra inserido na sociedade, que ele passa a estabelecer relações pessoais com as demais pessoas. É neste ambiente que lhe são oferecidas as ferramentas para sua construção na sociedade, sendo um dos primeiros locais no qual o indivíduo inicia o contato social fora do ambiente familiar, uma vez que é na escola onde ele começa a desenvolver as relações sociais fora de casa. O ambiente escolar proporciona, ainda, as ferramentas necessárias para sua formação, sendo que em seus primeiros anos são dedicados à aprendizagem da alfabetização, leitura e escrita que representam a essência do ensino escolar. Nesse sentido a relação professor-aluno exige satisfação, estímulo e compensação para melhor alcançar os resultados, além da melhor qualidade. Nesse sentido, o Governo do Estado criou o Programa de Alfabetização na Idade Certa, o PAIC cuja finalidade essencial é a alfabetização num curto espaço de tempo para as crianças da rede pública de ensino. Por essa e outras razões é que o Estado do Ceará tem alcançado destaque nacional e internacional na educação básica, de acordo com os resultados do Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica (Spaece) 2018:

Desde 2007, quando o governo estadual colocou em primeiro lugar o Programa Alfabetização na Idade Certa (PAIC), o Estado e os municípios vêm sendo incentivados a adotar medidas de cooperação. A experiência educacional virou referência para um país que tem um quadro estatisticamente estagnado nos níveis de alfabetização. Segundo a Avaliação Nacional de Alfabetização (ANA), os níveis de alfabetização dos brasileiros em 2016 são praticamente os mesmos de 2014.

Conscientes da importância da alfabetização, a Assembleia Legislativa do Estado do Ceará em parceria com: a Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC), Associação dos Prefeitos do Estado do Ceará (APRECE), Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC), União dos Dirigentes Municipais de Educação (UNDIME/CE), Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), Serviço Social do Comércio (SESC), FECOMÉRCIO, Banco do Nordeste (BNB), CEDCA, CONSELHO ESTADUAL de EDUCAÇÃO, contando também com o apoio das principais universidades cearenses: Universidade Estadual do Ceará (UECE), Universidade Vale do Acaraú (UVA), Universidade Regional do Cariri (URCA), Universidade Federal do Ceará (UFC) e a Universidade de Fortaleza (UNIFOR), conduziu um grande estudo em 48 municípios cearenses através do Comitê Cearense para Eliminação do Analfabetismo Escolar, que teve como objetivo indicar qual o nível de alfabetização dos alunos das escolas municipais do referido Estado.

A implantação do Programa PAIC não só se tornou referência em nosso Estado como também despertou interesse de outros Estados em face da relevância para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes e uma forma de resposta às suas necessidades. Ressalte-se que as políticas públicas voltadas principalmente para a educação integram o jogo político das ações do Estado, em função de se tratar de uma ação pública que atende ao bem coletivo.

A Constituição Federal de 1988 determina que 25% do ICMS que é recolhido pelos estados sejam repassados aos municípios e que estes municípios são obrigados a destiná-los para o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e Valorização dos Profissionais da Educação – FUNDEB. Desde 2007 que o Estado do Ceará modificou a lei de repasse do ICMS para os municípios levando em conta a qualidade da melhoria na educação do município. De acordo com a lei aprovada (Lei 14.023/07) a distribuição da cota-parte do ICMS passou a ser calculada em cima do desempenho dos municípios em três índices criados: 18% em função do Índice de Qualidade da Educação (IQE), 5% de acordo com o Índice de Qualidade da Saúde (IQS) e 2% segundo o Índice de Qualidade do Meio Ambiente (IQM). Quanto à educação, essa análise se fundamenta em dois princípios: a) a premissa econômica de que os prefeitos respondem à necessidade de incentivos orçamentários, b) e que esse mecanismo concedido aos prefeitos representa de fato uma melhoria na qualidade do ensino.

Como estímulo a esse desempenho da educação, cada município do Estado ainda pode receber uma premiação por escola como o prêmio “Escola Nota Dez”, e que é destinado às escolas públicas que demonstrem os melhores desempenhos na alfabetização, envolvendo o 5º e o 9º ano.

Além do mais, o governo do Estado do Ceará vem mantendo 20 regionais de educação e que ficam localizadas em municípios polos. Em cada regional, existem células que operam em conjunto com a Coordenadoria de Cooperação e os municípios, no desenvolvimento dessas ações voltadas para a educação. Trata-se de uma estratégia que se propõem a estarem fisicamente mais próximas dos municípios e das escolas.

2.3. Persistência das desigualdades educacionais

Sabe-se que a educação é de grande relevância para a formação do capital humano e por via de consequência para a produtividade da economia. Para o historiador grego Plutarco “a própria fonte e raiz da honestidade e da virtude, está na educação”. Apesar dessas constatações ainda se verifica a existência de uma forte desigualdade na educação do quinto e do nono ano do ensino fundamental.

Sempre que se observa ser a educação vislumbrada como o principal meio para a superação das condições de pobreza, bem como sua articulação com outras políticas sociais, como saúde, assistência social, moradia, trabalho e emprego, logo se constata essa desigualdade. O objetivo de integrar estas ações envolvendo todos os entes federados e a sociedade civil organizada sempre fez parte dos projetos das políticas públicas, no entanto seus resultados não têm sido suficientes para alterar a fragmentação existente. O próprio PNE acordado para os anos 2014-2024 refere-se a uma importante estratégia para o enfrentamento da pobreza e a desigualdade social. Nele a defesa de ações que possibilitem a garantia e em especial, o acesso e permanência da educação para estudantes oriundos das famílias que são beneficiárias dos programas sociais de transferência de renda (BRASIL, 2014).

Na educação não existe equidade sem que haja um princípio de igualdade, conforme afirma López (2005). Pode existir necessidade de tratamento desigual entre alunos ou escolas que promovam a equidade da educação, principalmente em razão de determinadas políticas que se utilizam de tratamentos desiguais para um grupo heterogêneo e que permitem equiparar diferenças iniciais entre os alunos, ao passo que políticas igualitárias tendem a aprofundar essas diferenças e contribuir para a persistência da desigualdade.

Cabe aqui ressaltar que o princípio da igualdade de oportunidades de acesso à educação e o princípio da igualdade de resultados educativos formam horizontes de igualdades educativas os quais devem permanecer. Peña (2004) ressalta que no primeiro caso se discute a questão de quem ou de como são distribuídas as cotas do sistema escolar, independente das características sociais dos estudantes, enquanto que no segundo caso o autor diz referir-se à distribuição final das recompensas educacionais, independente das características sociais dos indivíduos. O autor

ainda faz menção que a igualdade de resultados depende da igualdade de oportunidades no acesso à educação e não necessariamente da igualdade dos processos educativos.

Essa discussão relativa à discussão das desigualdades na educação torna-se relevante devido, além da educação ser essencialmente fomentadora do crescimento econômico e mitigador da desigualdade e da pobreza, a velocidade e a continuidade do processo de expansão educacional estão diretamente pautados com a sustentabilidade do desenvolvimento econômico (BARROS; HENRIQUES, MENDOÇA, 2002).

Vale ressaltar que as desigualdades socioeconômicas presentes nas famílias, nos alunos, no acesso à educação e na própria qualidade das escolas explicam as reais diferenças nos desempenhos observados nas provas dos alunos e que acabam por contribuir na formação das desigualdades socioeconômicas, do Estado e da Nação. Portanto, medidas de persistência na desigualdade de educação no quinto e nono ano podem ser um indicador antecedente se a espiral de desigualdade econômica e social continuará no longo prazo.

Não há muitos estudos sobre a persistência da desigualdade do desempenho para o Estado do Ceará. Neste trabalho procura-se preencher essa lacuna ao estimar e avaliar a persistência da desigualdade educacional no ensino fundamental no estado do Ceará. Para tanto, estimam-se modelos para dados em 2 painéis, utilizando-se a diferença das notas dos alunos nas provas de português e matemática das provas que são realizadas pelos alunos do quinto e nono ano do ensino fundamental, observados nos anos de 2011, 2013 e 2015. São usados modelos de painel dinâmico com efeito fixo, estimados por meio de procedimento de correção de viés fundado em bootstrap para painéis dinâmicos de Everaert e Pozzi (2007).

3. BASE DE DADOS

Os dados utilizados neste trabalho são extraídos dos bancos de dados da Prova Brasil, aplicada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), órgão vinculado ao Ministério da Educação (MEC). A prova Brasil é um instrumento utilizado pelo MEC para levantar informações sobre a qualidade do ensino fundamental brasileiro, a partir da aplicação de testes de português e matemática para os alunos do quinto e nono anos, que correspondem, respectivamente, ao início e à conclusão do ensino fundamental. Essa prova varia para Língua Portuguesa entre 0 a 350 pts, para o 5º ano e 200 a 400 pts para o 9º ano. Em relação à Matemática essa pontuação vai de 125 a 350 pts, para o 5º ano e 200 a 425 pts para o 9º ano.

No presente trabalho, as análises e considerações são feitas a partir de um painel de dados na frequência bianual. Dois painéis de dados são formados a partir das notas de proficiência (Escala de Proficiência - em anexos) em português e matemática do quinto e do nono ano dos alunos de escolas da rede pública do Ceará. Os dados foram coletados nos anos de 2011, 2013 e 2015. Fazem parte da amostra as escolas que estão presentes nestes três pontos do tempo para melhorar a comparação no tempo.

Os dados das notas dos alunos são usados para calcular duas medidas de desigualdade. Na primeira, as notas de cada aluno foram subtraídas da média das notas das escolas que pertencem ao mesmo município, elevadas ao quadrado, somadas e divididas pelo número de observações das escolas. Desta forma, obtém-se uma estimativa da variância da diferença das notas em relação à nota média do município. A segunda medida analisada é calculada de forma similar à primeira. Entretanto, essa medida usa a diferença da nota do aluno em relação a melhor nota daquela prova obtida no ano em análise. Portanto, essa medida é uma estimativa da variância da diferença das notas em relação a melhor nota da disciplina analisada. Para cada município calcula-se a média aritmética das notas de proficiência em matemática e português do quinto e do nono anos. A partir das médias de português e matemática dos alunos de cada escola da rede pública.

3.1. Análise descritiva

3.1.1. Quinto ano do Ensino Fundamental

A amostra para o 5º ano possui 1.148 observações. A Tabela 1 mostra que a nota média geral de português do 5º ano foi em 2011 de 182,35 pontos, em 2013 de 189,66 pontos e em 2015 de 210,11 pontos. Observa-se portanto, um crescimento nas médias das notas de 2011 para 2015, mas nota-se também um aumento no desvio padrão dessas médias, a cada ano, o que corresponde a um crescimento também da desigualdade de proficiência em língua portuguesa entre esses alunos do quinto ano, de 2011 para 2015.

Quanto à média de matemática do 5º ano, em 2011 foi de 198,54 pontos, em 2013 de 201,96 pontos e em 2015 de 220,39 pontos. Observa-se que esses alunos obtiveram médias também crescentes durante os anos estudados, médias essas maiores que a de proficiência em português dos respectivos períodos bianuais. A nota média de 2013 para 2015 teve também um incremento maior que a de 2011 para 2013. Em relação à desigualdade das notas, o desvio padrão apresenta crescimento em 2013 em relação a 2011, e um aumento menor de 2013 para 2015.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas do desempenho escolar do 5º e do 9º ano do Ensino Fundamental

Variáveis	Média	Desvio Padrão	Mín	Máx	Obs
Média 5ºano lp (2011)	182,35	17,32	137,49	255,95	1.148
Média 5ºano lp (2013)	189,66	21,75	139,31	283,52	1.148
Média 5ºano lp (2015)	210,11	22,69	158,66	310,62	1.148
Média 5ºano mt (2011)	198,54	22,44	143,94	301,10	1.148
Média 5ºano mt (2013)	201,97	26,90	135,02	315,34	1.148
Média 5ºano mt (2015)	220,39	27,68	163,06	339,22	1.148
Média 9ºano lp (2011)	230,99	15,96	179,18	307,73	983
Média 9ºano lp (2013)	237,86	16,88	178,18	312,10	983
Média 9ºano lp (2015)	251,19	16,01	198,43	317,75	983
Média 9ºano mt (2011)	236,19	18,28	185,61	337,41	983
Média 9ºano mt (2013)	240,20	19,10	180,43	338,09	983
Média 9ºano mt (2015)	252,56	20,12	211,55	376,05	983

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Período - 2011, 2013 e 2015.

A evolução das diferenças entre as notas de língua portuguesa dos alunos de cada escola e a média geral dessa matéria, de todas as escolas do município a que pertencem, mostra que em 2011, os valores das médias dessas diferenças atingem valores menores que nos outros períodos, tanto a média das diferenças, quanto os valores médios das diferenças máximo e mínimo do referido ano e que a desigualdade do aprendizado desses alunos em relação à português é menor também do que nos outros biênios estudados. Já em 2013 e 2015 não se nota mudanças muito expressivas entre esses biênios. As médias das diferenças, são maiores quando se analisa 2011 e 2013 do que de 2013 para 2015. Entretanto o desvio padrão dessa variável aumentou nos períodos estudados e sendo mais acentuada nos dois últimos biênios.

A mesma análise descrita acima foi feita com as notas de matemática. Verifica-se que as médias dessas diferenças crescem de 2011 para 2013 e que cai em 2015. Mas apesar dessa pequena redução, a desigualdade de 2015 é maior do que em 2011 e que os valores das médias máximas e mínimas apresentam um aumento considerável a cada biênio. Em termos de desvio padrão há um aumento a cada período estudado, sendo mais representativa no exame da língua portuguesa de 2013 para 2015.

Como esperado a diferença média das notas em relação a melhor nota é muito maior do que a diferença em relação à média das notas do município. A análise da diferença das notas em relação a melhor nota obtida a média das notas de língua portuguesa, diminui a cada biênio, o que indica uma redução na desigualdade da média das notas em relação a essa maior nota. As

máximas e as mínimas diferenças também diminuem, reforçando o que se observa no geral. Em termos de desvio padrão a desigualdade dessas diferenças sofre um acréscimo de 2011 para 2013 e diminui de 2013 para 2015.

No caso das notas de matemática, essa comparação entre as notas com a melhor nota obtida no ano cresce a cada biênio, o que indica um aumento na desigualdade da média das notas em relação a essa maior nota. As diferenças máximas também aumentaram. Já as diferenças mínimas apresentam uma redução bastante expressiva, no período de 2011 para 2013, sugerindo que houve uma melhora nessa parte da distribuição. Entretanto, de 2013 para 2015 as diferenças mínimas sofrem um pequeno aumento, mas ainda é inferior a 2011. Por outro lado, de acordo com os valores dos desvios padrões, a desigualdade dessas diferenças sofre um acréscimo em todos os períodos, mas em menor proporção de 2013 para 2015.

Essas estatísticas descritivas mostram que no caso do 5º ano há uma melhora nas médias das notas de Português e de Matemática e que as notas mínimas e máximas aumentaram no período analisado, o que indica uma melhora nas notas nessa avaliação. Entretanto, ainda há diferenças entre as notas, principalmente quando se comparam as notas com as maiores notas, e em vários casos com pouca redução, manutenção ou aumento das mesmas. Quando se analisa o desvio padrão dessas diferenças, a qual indica a desigualdade entre as escolas, verifica-se um aumento em todos os anos analisados. Em outras palavras, há indícios de uma desigualdade educacional em termos de proficiência nessas provas analisadas que se mostra persistente.

3.2 Nono ano do Ensino Fundamental

A amostra para o 9º ano possui 983 observações e observa-se, na Tabela 1 que nos anos analisados a nota média geral de português foi em 2011 de 230,99 pontos, em 2013 de 237,86 pontos e em 2015 de 251,19 pontos. Observa-se também um aumento no desvio padrão dessas médias de 2011 para 2013. De 2013 para 2015 o desvio padrão sofre uma pequena redução, mas o seu valor ainda é superior ao observado em 2011.

A média geral de matemática do 9º ano foi em 2011 de 236,19 pontos, em 2013 de 240,20 pontos e em 2015 de 252,56 pontos. Observa-se que esses alunos obtiveram médias também crescentes durante os anos estudados, médias essas maiores que a de proficiência em português dos respectivos períodos bianuais. A nota média de 2013 para 2015 teve também um incremento maior que a de 2011 para 2013. Os dados sugerem também que os alunos foram melhorando suas notas durante os anos estudados e que em 2011 com um desvio padrão menor, a desigualdade entre eles se tornou gradativamente maior, a cada biênio, porém esse aumento não foi de grandes proporções entre os períodos analisados.

A média das diferenças entre as notas de língua portuguesa dos alunos no 9º ano em relação à média no município, diminui de 2011 para 2013 e aumenta de 2013 para 2015. O desvio padrão dessa diferença apresenta uma pequena redução em todos os períodos. Essa análise para a diferença em relação a melhor nota mostra que as diferenças entre as médias das notas de língua portuguesa e essa melhor nota, diminui de 2011 para 2013 e aumenta de 2013 para 2015. As diferenças máximas aumentam no primeiro período e diminuem no segundo e as mínimas diminuem no primeiro e aumentam no segundo, quase igualando a 2011, mas ainda maior que a mínima desse ano. De acordo com os valores dos desvios padrões, que a desigualdade dessas diferenças sofrem um decréscimo de 2011 para 2013 e de 2013 para 2015.

A mesma análise descrita acima foi feita com a média das diferenças entre as notas de matemática dos alunos de cada escola e a média geral, de matemática, de todas as escolas estudadas do Ceará. Verifica-se que as médias dessas diferenças crescem de 2011 para 2013 e que cai em 2015 e que os valores das médias máximas e mínimas apresentam um aumento considerável a cada biênio, que a desigualdade entre essas diferenças também sofre um aumento a cada período estudado, conforme indicam os valores dos desvios padrões, sendo mais representativa de 2013 para 2015. Portanto, nesse caso, observamos que as diferenças entre as notas e a média geral crescem de 2011 para 2013 e já em 2015 essa diferença sofre uma redução, o que sugere uma aproximação entre as médias dos alunos das escolas e a média geral do Ceará. Indicando que a maioria das notas dos alunos, em 2015, não se distanciou mais da média, como de 2011 para 2013 e sim, que o aprendizado dessa matéria atingiu valores mais medianos e uniformes com menos desigualdades.

Em relação a diferenças entre as notas de matemática e a melhor nota do ano, verifica-se que as médias dessas diferenças cresce a cada biênio, o que indica um aumento na desigualdade da média das notas em relação a essa maior nota. Os valores máximo dessa variável aumentaram de 2011 para 2013 e diminuíram de 2013 para 2015, sugerindo que houve um distanciamento entre as notas e a maior nota de matemática do Ceará, de 2011 para 2013 e uma aproximação no biênio subsequente, mas ainda em um patamar inferior ao de 2011. Já os valores mínimos dessas diferenças, aumentam de 2011 para 2013 e diminuem de 2013 para 2015. As estimativas dos desvios padrões apresentam crescimento em todos os períodos, mas em menor proporção de 2013 para 2015.

Em resumo assim como o 5º ano, a média, os valores máximo e mínimo das notas das provas de proficiência analisadas no 9º ano também apresentam melhora, mas há evidências de uma alta desigualdade que ou têm diminuído pouco, ou se mantém ou ainda aumentaram ao

longo do tempo analisado. Ademais a Tabela 1 mostra que no período analisado a nota média de português em 2011 foi de 182,35 pontos e do 9º ano, 230,99 pontos. Essas médias pertencem ao intervalo de aprendizagem básico de acordo com o Quadro 1, o que indica necessidade de atividades de reforço para os estudantes do ensino fundamental do Ceará, no ano de 2011. Apesar da melhora nas médias das notas observadas nos anos de 2013 a 2015, elas ainda permanecem no nível de aprendizado básico.

Quadro 1 – Níveis de proficiência – Escala SAEB

Nível de proficiência	Escala de aprendizado	5º Ano do EF	9º Ano do EF
Insuficiente	Neste nível, os alunos apresentaram pouquíssimo aprendizado. É necessário recuperar conteúdo.	$0 \leq \text{média} < 162$	$0 \leq \text{média} < 212$
Básico	Neste nível, os alunos precisam melhorar. Aconselham-se atividades de reforço.	$162 \leq \text{média} < 212$	$212 \leq \text{média} < 287$
Proficiente	Neste nível, os alunos encontram-se preparados para continuar os estudos. Recomendam-se atividades de aprofundamento.	$212 \leq \text{média} < 262$	$287 \leq \text{média} < 337$
Avançado	Aprendizado além da expectativa. Neste nível, recomendam-se atividades desafiadoras.	$\text{média} \geq 262$	$\text{média} \geq 337$

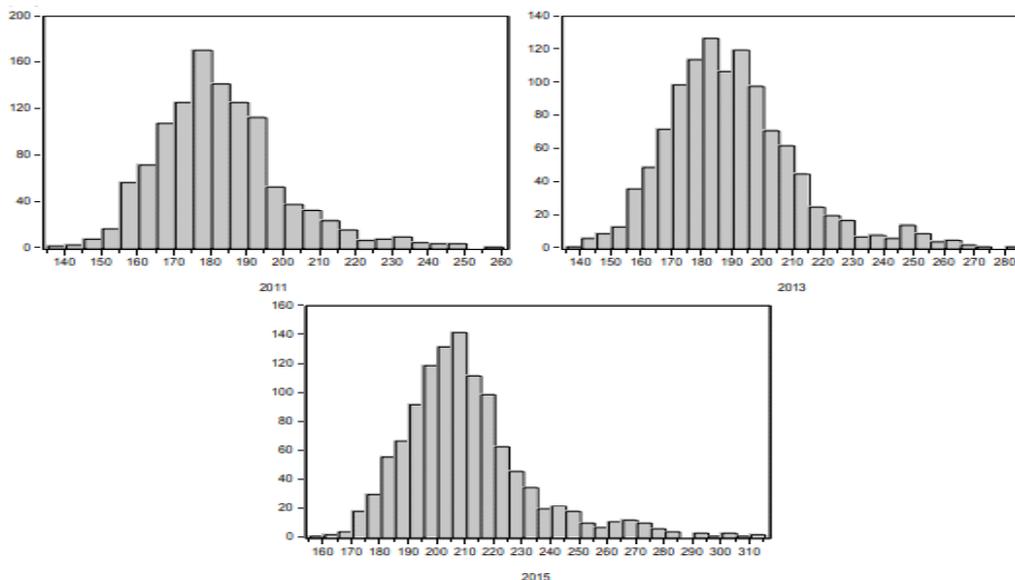
Fonte: Portal QEdU Academia.

As médias de proficiência em matemática também pertencem ao nível de proficiência básico, o que também denota a necessidade de atividades de reforço em matemática, para os estudantes do ensino fundamental do Ceará. Vale salientar que no ano de 2013, no quinto ano a nota de matemática média é de 201,97 e em 2015 avança para nível proficiente com média de 220,39, indicando que houve uma melhora no aprendizado dos alunos em relação à matemática no biênio de 2013 a 2015, no quinto ano.

As médias de matemática do nono ano aumentam de 240,20 em 2013 para 252,56 em 2015, mas permanece no nível básico da classificação apresentada no Quadro 1.

Nos histogramas apresentados nos Gráficos 1 e 2, referentes ao estudo do 5º ano do ensino fundamental, pode-se observar a distribuição das escolas da rede pública do Ceará, por nível de proficiência da disciplina de língua portuguesa e matemática, do 5º ano ao longo do período de 2011 a 2015. O histograma do quinto ano em 2011 evidencia uma forte concentração das escolas nos níveis insuficiente e básico no primeiro ano da amostra. Ao longo do período em estudo, o indicador de desempenho de português do 5º ano evoluiu positivamente. Houve um aumento considerável do número de escolas com nível básico e proficiente, acompanhado de uma conseqüente redução da quantidade de escolas com nível insuficiente. Nota-se em 2013 e 2015 algumas escolas com nível avançado, também números crescentes de 2013 para 2015.

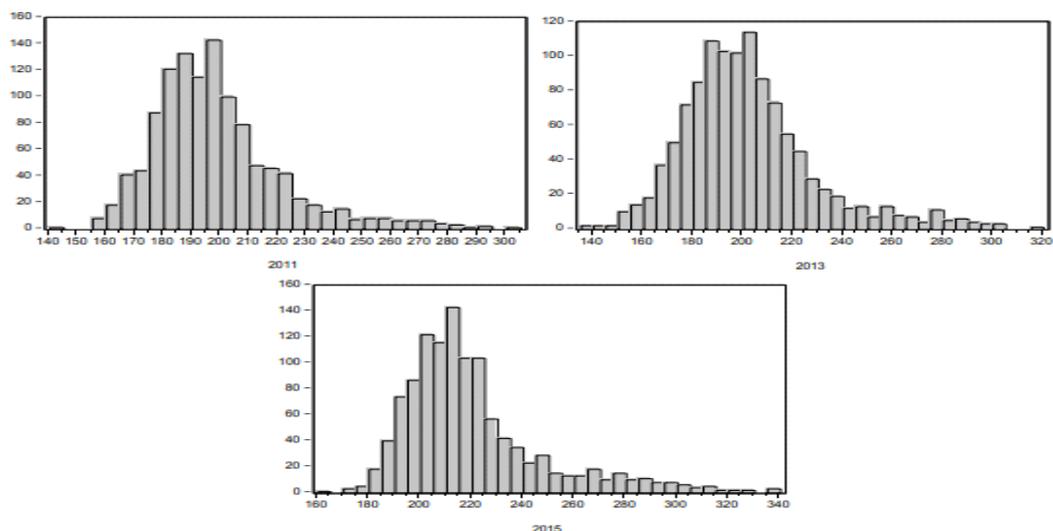
Gráfico 1 – Distribuição de frequência das médias de Português do 5º ano – 2011, 2013 e 2015



Fonte: Elaboração própria.

Com relação à matemática, no quinto ano durante o mesmo período, o Gráfico 2 mostra que em 2011 existe uma concentração maior das escolas no nível básico. No entanto, ao longo do período em estudo, o indicador de desempenho de matemática do 5º ano também evolui positivamente, pois há um aumento discreto de escolas com nível proficiente, com um aumento também no nível insuficiente e um ligeiro acréscimo no nível avançado. Já de 2013 para 2015, ocorreu a extinção do nível insuficiente, com nota mínima nesse ano de 163,06 pontos e um aumento considerável dos níveis, básico, proficiente e avançado.

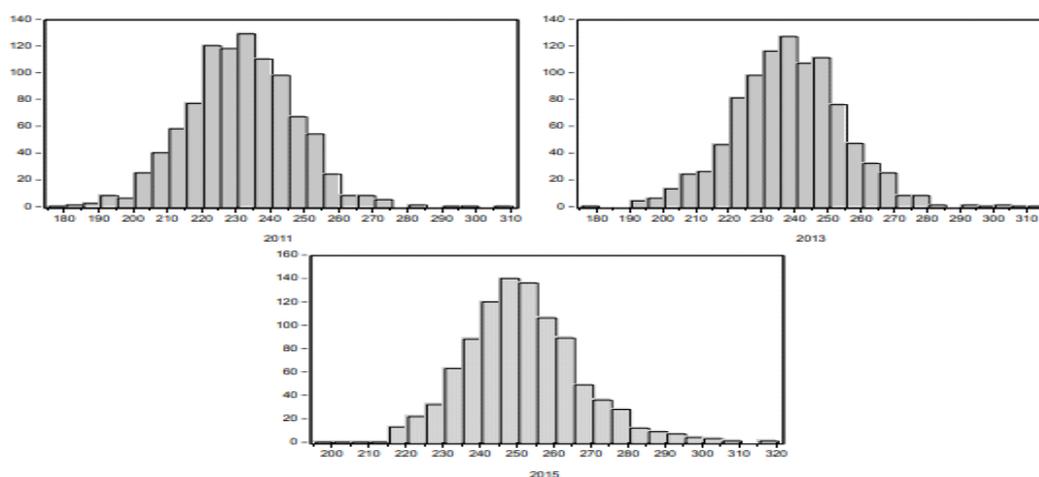
Gráfico 2 – Distribuição de frequência das médias de Matemática do 5º ano – 2011, 2013 e 2015



Fonte: Elaboração própria.

Nos histogramas mostrados no Gráfico 3, apresentam-se as distribuições das médias da prova de língua portuguesa do 9º ano do ensino fundamental das escolas da rede pública do Ceará. O histograma de 2011 evidencia uma forte concentração de escolas no nível básico, com algumas unidades em nível proficiente. Em 2013, não houve uma diferença muito significativa em relação a 2011, só com um ligeiro aumento das escolas de nível básico e proficiente. Tem-se em 2015, para a disciplina de português, os melhores indicadores em todo o período, pois evidencia-se uma redução muito expressiva do nível insuficiente, como consequência de uma evolução positiva dos níveis básicos e proficiente.

Gráfico 3 – Distribuição de frequência das médias de Português do 9º ano – 2011, 2013 e 2015

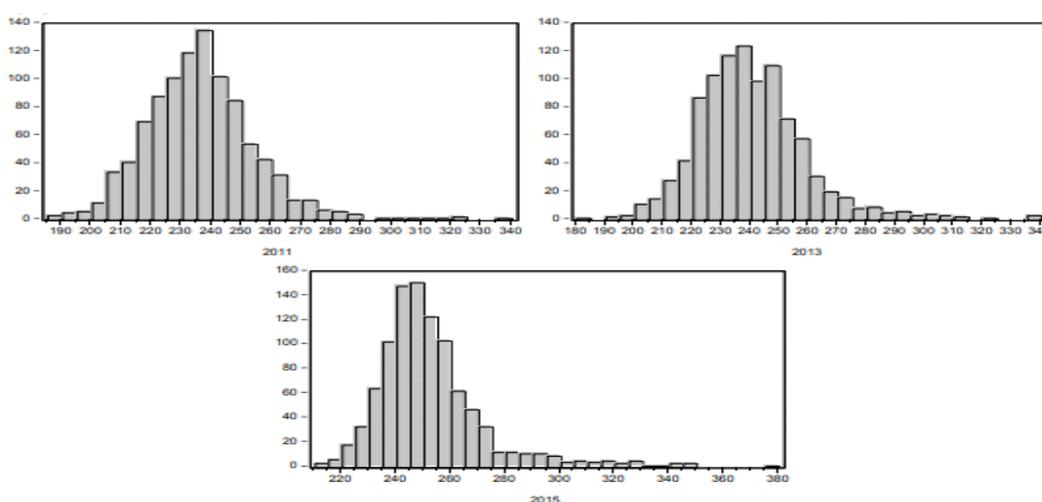


Fonte: Elaboração própria.

Para as médias de matemática no 9º ano, o Gráfico 4 mostra que em 2011 há algumas escolas com nível insuficiente, uma maior concentração no nível básico e com algumas escolas no nível proficiente e pouquíssimas no nível avançado. De 2011 para 2013, nota-se uma

diminuição no nível insuficiente, com conseqüente aumento gradual nos níveis básico, proficiente e avançado, este, com poucas unidades também. Em 2015, de forma similar ao observado nas médias da prova de Português, observa-se uma boa melhora nesse indicador. Não há nenhuma média no nível insuficiente e percebe-se um aumento da concentração do nível básico, aumento expressivo do nível proficiente e um incremento no avançado. O estudo das médias de matemática neste ano (2015) apresentou os melhores indicadores para todo o período estudado, no 5º e 9º anos, considerando as duas disciplinas.

Gráfico 4 – Distribuição de frequência das médias de Matemática do 9º ano – 2011, 2013 e 2015



Fonte: Elaboração própria.

4. METODOLOGIA

Para estimar a persistência da desigualdade da educação básica nos municípios cearenses, serão estimados pelo procedimento de correção de viés baseado em bootstrap para painéis dinâmicos de Everaert e Pozzi (2007) os seguintes modelos autorregressivos com efeito fixo:

$$y_{it} = \alpha_i + \rho y_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

Onde i indica o município e t o ano. Ainda na eq(1), y_{it} = [desvio_med_{it} de Português no 5º ano, desvio_med_{it} de Matemática no 5º ano, desvio_med_{it} de Português no 9º ano, desvio_med_{it} de Matemática no 9º ano, desvio_melhor_{it} de Português no 5º ano, desvio_melhor_{it} de Matemática no 5º ano, desvio_melhor_{it} de Português no 9º ano, desvio_melhor_{it} de Matemática no 9º ano]. Os valores estimados dos coeficientes autorregressivos, isto é $\hat{\rho}$, são

utilizados como estimativas para o grau de persistência na desigualdade em cada município e série dos dois anos (quinto e nono anos) avaliados do ensino fundamental. As variáveis são calculadas para as disciplinas de Português e Matemática, através de duas formas para o 5º e 9º ano. Na variável desvio médio (*desvio_med*), calcula-se a diferença das notas de cada aluno da escola em relação à nota média (da disciplina em questão) do Município. Depois, essas diferenças são elevadas ao quadrado e calcula-se a média dos mesmos. A outra forma compara a nota dos alunos com a melhor nota da disciplina analisada (*desvio_melhor*) e depois eleva as diferenças ao quadrado e calcula-se a média. Desta forma, essas variáveis se assemelham a uma variância em torno ou da nota média do Município, ou da melhor nota observada naquele ano.

A eq(1) é estimada pelo procedimento de correção de viés de Everaert e Pozzi (2007). O estimador de variável dummy (LSVD) ou o que usa a transformação *within* são inconsistentes para modelos de painéis dinâmicos com dimensão de tempo fixo (ver Nickell, 1981 por exemplo). Everaert e Pozzi (2007) propõem uma correção das estimativas do LSDV através de técnicas paramétricas e não paramétricas de bootstrap. Seus resultados de Monte Carlo mostram que seu método produz inferências tão boas quanto as de outras correções analíticas (baseadas em correções teóricas) em amostras grandes, mas tem melhores resultados com amostras pequenas ou moderadas. Ademais, a correção desses autores pode gerar melhores inferências do que os estimadores GMM e, em geral, funciona bem na presença de erros não-normais, heterocedasticidade condicional de forma desconhecida e condições iniciais não estacionárias.

5. RESULTADOS

Os parâmetros estimados dos modelos autorregressivos estão apresentados na Tabela 2. Em geral, essas estimativas são positivas e estatisticamente significantes. Portanto, não há evidências de um processo de convergência. Em outras palavras, nessas comparações as diferenças entre esses desempenhos escolares não tendem a diminuir entre as escolas dos municípios analisados.

As estimativas dos coeficientes autoregressivos revelam diferentes níveis de persistência dessas desigualdades de notas. Por exemplo, o desvio médio de português e matemática no quinto ano tem um valor estimado para o parâmetro em questão de 0,49. Valores para esse parâmetro maiores ou iguais a zero e menores do que um indicam que a correlação da desigualdade passada e presente é positiva, ou seja tende a permanecer, e que choques inesperados nessa variável tendem a se dissipar. Essa correlação entre desigualdade presente e

passada é menor quando esse coeficiente se aproxima de zero e seria negativa se esse parâmetro for menor do que zero. Quanto mais próximo de 1 estiverem esses coeficientes, mais fortes e acentuadas são as persistências das desigualdades. Quando esses parâmetros estão próximos da unidade, ou maiores que 1, há evidências de uma alta persistência e crescente desigualdade, como no caso da desigualdade das notas de português em relação a melhor nota do 5 ano dessa mesma medida aplicada as notas de matemática do 9 ano, com os coeficientes 1,02 e 0,99, respectivamente.

Portanto, essa situação parece ser pior na variável de desvio das notas de português da do quinto ano em relação a melhor nota da disciplina em dado ano (DESVIO_MELHOR_5) e da variável de desvios da nota de matemática do nono ano em relação a melhor nota (DESVIO_MELHOR_9). Em ambos os casos, as estimativas dos parâmetros autorregressivos (persistências de desigualdade educacional) são próximas da unidade e indicam a possibilidade de um processo de raiz unitária nesses casos, ou seja, de que há um forte processo de divergência, com a desigualdade educacional não estacionária nestes casos.

Tabela 2 – Estimação dos modelos autorregressivos definidos na equação

Variável dependente		Português	Matemática
	Coeficiente	0,49	0,49
DESVIO MED 5	(E.P)	(0,00)	(0,00)
	p-valor	0,00	0,00
	Coeficiente	1,02	0,59
DESVIO MELHOR 5	(E.P)	(0,00)	(0,00)
	p-valor	0,00	0,00
	Coeficiente	0,49	0,57
DESVIO MED 9	(E.P)	(0,00)	(0,00)
	p-valor	0,00	0,00
	Coeficiente	0,60	0,99
DESVIO MELHOR 9	(E.P)	(0,00)	(0,00)
	p-valor	0,00	0,00
N. de escolas		1.148	983
N. de observações		3.444	2.949

Fonte: Elaboração própria.

Nota: (1) Erros padrão (E.P) *bootstrap* entre parênteses; (2) Inferência realizada com *bootstrap* não-paramétrico.

(3) Foram utilizados os dois métodos: paramétrico e não-paramétrico, os quais apresentaram resultados semelhantes. A Tabela 2 apresenta apenas os resultados do método não-paramétrico.

Em outras palavras, no quinto ano há evidências de persistência, continuidade de desigualdade das notas dos alunos em relação à média geral da série, a qual se concentra no nível de aprendizagem básico de acordo com a classificação do Quadro 1. Entretanto, essa diferença quando se compara com o caso avançado, exibe alta persistência e é possivelmente

não estacionária, indicando um processo de divergência. Ou seja, no quinto ano apesar do aumento no número de municípios com nível proficiente, há uma tendência das desigualdades entre as notas dos alunos em relação a melhor nota desse ano aumentarem.

No caso do nono ano, as estimativas de persistência são iguais as do quinto ano para português, em relação à média geral dessa série e maiores para matemática em relação à média geral e também em relação à maior nota, tanto de português como matemática para essa série. Essas estimativas são maiores (maior persistência) nos nonos anos das escolas estudadas. As informações da Tabela 1 mostram que as notas máximas obtidas podem ser classificadas como desempenho proficiente e avançado de acordo com o Quadro 1. Isso pode explicar a razão da divergência quando se compara as notas com a melhor nota no quinto e de convergência no nono ano. No quinto ano as diferenças apresentam maiores dispersão e desempenho máximo (no nível avançado), enquanto no nono ano há um menor desvio padrão, com uma concentração em torno do desempenho básico e notas máximas com menor classificação de desempenho.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo avaliou o grau e a persistência da desigualdade educacional no ensino fundamental cearense, a partir de dois painéis compostos por notas de proficiência de português e matemática dos municípios cearenses em 3 períodos de tempo (dados na frequência bianual) que compreendem o período de 2011, 2013 e 2015. Para tanto, foram estimados modelos autorregressivos através do procedimento de correção de viés baseado em bootstrap para painéis dinâmicos de Everaert e Pozzi (2007).

As estatísticas descritivas da proficiência das duas séries e das duas disciplinas, mostram que houve melhoras na média, nas notas máximas e mínimas no período analisado. Entretanto, as variâncias (medida de desigualdade educacional) dessas notas também aumentaram.

Os resultados dos modelos de painel dinâmico mostram que essas diferenças tendem a persistir e em alguns casos são possivelmente não estacionárias e indicam forte processo de divergência. Principalmente, na variável de desvio das notas de português do quinto ano em relação a melhor nota da disciplina em dado ano (DESVIO_MELHOR_5) e da variável de desvios da nota de matemática do nono ano em relação a melhor nota (DESVIO_MELHOR_9).

Esses resultados apresentados são evidências empíricas, pois, apesar da metodologia usada apresentar melhores propriedades do que estimadores GMM em pequenas amostras, há poucos períodos de tempo. Estudos que mostrem os determinantes dessa desigualdade e

proponham políticas para melhorar essa desigualdade são importantes. Políticas que incentivem não apenas os melhores resultados, mas também a redução dessa desigualdade, como aulas de reforço para alunos com maior dificuldade, ou políticas fiscais que incentivem conjuntamente aumentos na média e redução na dispersão (desigualdade) das notas podem ser investigadas. Afinal, vale lembrar que essa diferença educacional pode gerar desigualdade de renda e de oportunidades futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERNAZ, Â.; FERREIRA, F. H.; FANCO, C. **Qualidade e eqüidade na educação fundamental brasileira**. Textos para discussão n. 455, PUC-Rio, 2002.

ARROW, K. J. The economic implications of learning by doing. *Review of Economic Studies*, [s. l.], v. 29, p. 155-173, 1962.

BARROS, R.; HENRIQUES, R.; MENDONÇA, R. **Pelo fim das décadas perdidas: educação e desenvolvimento sustentado no Brasil: Texto para Discussão**. Rio de Janeiro. Disponível em: http://189.21.130.7/pub/td/2002/td_0857.pdf. Acesso em: 03 fev. 2015.

BECKER, G.; MURPHY, K.; TAMURA, R. Human capital, fertility, and economic growth. *Journal of Political Economy*, [s. l.], v. 98, p. s12-s37, 1990.

BIONDI, R. L.; FELÍCIO, F. **Atributos escolares e o desempenho dos estudantes: uma análise em painel dos dados do Saeb**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2007.

BRANDT, R. S. (ed.). **Effective school and school improvement**. Reading from Educational Leadership, Virginia, ASCD, 1992.

BROOKOVER, W. B. *et al.* **School social systems and student achievement: schools can make a difference**, Nueva York, Praeger, 1979.

COHEN, M. Instructional management and social conditions in effective schools. *In*: WEBLE, A. O.; WEBB, L. D. (ed.). **School finance and school improvement: linkages in the 1980's**. Cambridge, MA: Ballinger, 1983.

COLEMAN, S. **Equality of educational opportunity**. Washington, DC: Office of Education, 1966.

CREEMERS, B. P. M.; SCHEERENS, J. Development in the educational effectiveness research program. **International Journal of Educational Research**, [s. l.], v. 2, n. 21, p. 125-139, 1994.

CURI; MENEZES FILHO. **A relação entre o desempenho escolar e os salários no Brasil**. São Paulo: Insper, IBMEC, 2006.

DOYLE, W. Classroom organization and management. *In*: WITTRICK, M. C. (ed.). **Handbook of research on teaching**. Nueva York: Mcmillan, 1986. p. 613-632.

EVERAERT, G.; POZZI, L. Bootstrap-based Bias Correction for Dynamic Panels. **Journal of Economic Dynamics and Control**, p. 1160-1184, 2007.

GOOD, T.; BROPHY, J. School effects. *In*: WITTRICK, M. C. (ed.). **Handbook of research on teaching**. Nueva York: Mcmillan, 1986. p. 656-687.

JESUS, G. R. D.; LAROS, J. A. Eficácia escolar: regressão multinível com dados de avaliação em larga escala. **Avaliação Psicológica**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 93-106, 2004.

LÓPEZ, N. **Equidad educativa y desigualdad social**. Desafíos a la educación en el nuevo escenario latinoamericano. [S. l.]: Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación-UNESCO, 2005.

LUCAS, R. On the mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economics**, [s. l.], v. 22, p. 3-42, 1988.

MACHADO, A. F. *et al.* Qualidade do ensino em matemática: determinantes do desempenho dos alunos em escolas públicas estaduais mineiras. **Revista Economia**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 23-45, jan./abr. 2008

MENEZES-FILHO, N. **Os determinantes do desempenho escolar no Brasil**. São Paulo: Instituto Futuro Brasil, IBMEC São Paulo e Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, 2007.

MINCER, J. Investment in human capital and personal income distribution. **Journal of Political Economy**, [s. l.], v. 66, p. 281-302, 1958.

PEÑA, C. Igualdad educativa y sociedad democrática. *In*: **Políticas educativas y equidad**. Reflexiones del Seminario Internacional. Santiago de Chile: Fundación Ford, UNICEF, UNESCO y Universidad Alberto Hurtado, 2004.

PURKEY, S. C; SMITH, M. S. School reform: the district policy implications of the effective schools literature. **Elementary School Journal**, [s. l.], v. 85, p. 353-389, 1985.

ROSENHOLTZ, S. J. Effective schools: interpreting the evidence. **American Journal of Education**, [s. l.], v. 93, n. 3, p. 352-388, 1985.

SCHEERENS, J. **Effectiveschooling**. Research, theoryandpractice, Nueva York, Casell, 1992.

SCHEERENS, J. School effectiveness and the development or process of school functioning. **Effectiveness and School Improvement**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 69-80, 1990.

SCHEERENS, J.; VERMEULEN, A. J.; PELGRUM, W. J. Generability of instructional and school effectiveness indicators across nations. **Special issue of International Journal of Educational Research**, [s. l.], v. 13, n. 7, p. 789-800, 1989.

SULIANO, D. C.; SIQUEIRA, M. L. Retornos da educação no Brasil em âmbito regional considerando um ambiente de menor desigualdade. **EconomiaAplicada**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 137-165, 2012.

TINBERGEN, J. **Income differences: recent research**. Oxford: North Holland Publishing, 1975.

INDICADORES DE RECURSOS HÍDRICOS E SECA, NO AUXÍLIO À GESTÃO PÚBLICA AMBIENTAL NO ESTADO DO CEARÁ

Kaliny Kélvia Pessoa Siqueira Lima*

Vlândia Pinto Vidal de Oliveira**

RESUMO

A falta de infraestrutura e gestão na convivência com o clima seco tem sido a principal fonte dos riscos no semiárido cearense. O trabalho tem como objetivos caracterizar geoambientalmente os municípios do Ceará por região de planejamento; analisar, comparar e interpretar os dados e resultados obtidos através da aplicação de indicadores de gestão e ações de medidas nas regiões de planejamento cearense; possibilitar a abordagem multiobjetivo para elaboração de planos de gestão de convivência com a seca; adotando técnicas quantitativas e para tornar a análise estatística mais rigorosa optou-se por construir índice agregado: o Índice de Gestão (IG) somando 19 indicadores, considerando a gestão para o meio ambiente e o Índice Gestão à Seca (IGS) com 18 indicadores que trata da adoção de medidas extraídos da pesquisa Perfil dos Municípios Brasileiros, publicada pelo IBGE, ano de referência 2017. Os municípios das regiões de planejamento do Ceará possuem Conselhos Municipais Ambientais, exceto Martinópolis não possuindo estrutura nenhuma de gestão ambiental e, apresentaram seca nos últimos quatro anos com perdas humanas, animais, ambientais e de produção agrícola. Os índices de gestão e de adoção de medidas à seca possuem baixo e médio baixo desenvolvimento em gestão, respectivamente. As regiões Grande Fortaleza e Maciço de Baturité apresentou um dos piores resultados quanto ao índice de gestão à seca. Conclui que Sertão dos Inhamus representa a região com melhor gestão ambiental, principalmente a que diz respeito aos recursos hídricos e gestão de riscos à seca.

Palavras chaves: Gestão Ambiental. Recursos Hídricos. Seca. Ceará.

INDICATORS OF WATER RESOURCES AND DRY, IN AID TO ENVIRONMENTAL

* Doutoranda do Programa de Pós-graduação de Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará – UFC. E-mail: kalinylima61@gmail.com Contato (88) 99607-0536.

** Professora Associada IV do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC) e pesquisadora do CNPq na área de Geografia Física. Doutorado em Engenharia Agrônoma no Programa Agricultura e Meio Ambiente em Zonas Áridas da Universidade de Almería-Espanha (UAL), convalidado à Geografia Física (UFC). Geóloga (UNIFOR); Mestrado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas); Cursos de Pós-graduação em Gerenciamento Costeiro (Labomar/UFC) e Internacionais com bolsa da ONU (CRICYT/Argentina e UNEP /Rússia na temática de Desertificação; Professora do Curso de Graduação e Pós-Graduação (Mestrado e Doutorado) em Geografia (Conceito 6-CAPES) e Programa em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA.
E-mail: vladia.ufc@gmail.com

PUBLIC MANAGEMENT IN THE STATE OF CEARÁ

ABSTRACT

The lack of infrastructure and management in the coexistence with the dry climate has been the main source of risks in the semi-arid region of Ceará. The objective of this work is to characterize geographically the municipalities of Ceará by region of planning; analyze, compare and interpret the data and results obtained through the application of management indicators and measures actions in the planning regions of Ceará; enable the multi-objective approach for the elaboration of management plans for coexistence with drought; adopting quantitative techniques and making the statistical analysis more rigorous, we chose to construct an aggregate index: the Management Index (GI), adding up to 19 indicators, considering management for the environment and the Dry Management Index (IGS) with 18 indicators that is the adoption of measures taken from the survey of Brazilian Municipalities, published by the IBGE, reference year 2017. The municipalities of the planning regions of Ceará have Municipal Environmental Councils, except for Martinópolis, having no environmental management structure and, four years with human, animal, environmental and agricultural losses. The management and adoption indexes for drought measures have low and medium low management development, respectively. The Great Fortress and Massif de Baturité regions presented one of the worst results regarding the drought management index. It concludes that Sertão dos Inhamus represents the region with better environmental management, especially with regard to water resources and drought risk management.

Keywords: Environmental Management. Water resources. Dry. Ceará.

1. INTRODUÇÃO

A região nordeste brasileira possui uma área de 1.539.000km², que corresponde a 18% do território brasileiro, abriga uma população de 53 milhões de habitantes (Censo Populacional 2010), o equivalente a 29% de todo o território nacional. Em termos geográficos, a região mostra-se bastante heterogênea, apresentando grande variedade de situações físicos-climáticas. Dentre essas se destaca a área semiárida, que, além da sua grande extensão, singulariza-se por ser “castigada” frequentemente por período de secas (DUARTE, 2001), fator esse que muitas é apontado como determinante para a pobreza ali existente.

Segundo Feitosa (2010):

à falta de uma infraestrutura de convivência com o clima seco tem sido a principal fonte dos riscos no semiárido nordestino. As secas prolongadas, associadas aos fortes eventos ENOS (El Niño-Oscilação do Sul) das décadas de 80 e 90 do século passado, por falta de uma política pública de desenvolvimento sustentável objetivando a diminuição dos riscos, afetaram grandes multidões no semiárido brasileiro, contribuindo para o agravamento das vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais da pobreza, mas sim para a sua perpetuação ao longo dos últimos anos e uma grande dependência dos programas assistencialistas implantados nas últimas décadas.

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver e aplicar indicadores de gestão e ações de medidas que possam auxiliar no diagnóstico ações de implementação e auxiliar em políticas públicas de gestão de impacto direto na redução dos efeitos advindos da seca.

Especificamente pretende-se: i) caracterizar geo-ambientalmente os municípios do Estado do Ceará por região de planejamento; ii) identificar dentre as áreas de planejamento, o território semiárido e os municípios que mais sofreram com evento seca nos últimos 4 anos, segundo a literatura; iii) analisar, comparar e interpretar os dados e resultados obtidos através da aplicação de indicadores de gestão e ações de medidas nas regiões de planejamento do cearense delimitadas por este estudo; iv) possibilitar a abordagem multiobjetivo para elaboração de planos de gestão de convivência com a seca; iv) propor medidas e ações administrativas para atenuação dos efeitos da seca.

Neste sentido, este estudo utiliza de um método empregando um amplo conjunto de indicadores de gestão. Ao todo somando 19 indicadores voltadas a analisar a gestão estadual no combate à seca e 18 indicadores voltados a analisar a adoção de medidas do governo estadual no combate à seca.

O foco principal da utilização destes indicadores é investigar como a gestão trata os

efeitos da seca nas regiões semiáridas do Ceará. Além do mais, este estudo busca incentivar projetos e/ou programas de gestão, compatíveis com as especificidades locais e com a cultura de cada população, objetivando melhorar os métodos de convivência com a seca e suas adversidades. Desta forma, o Poder Público pode fortalecer as medidas de proteção e prevenção frente às vulnerabilidades e ao fenômeno da seca com alternativas menos dispendiosas e mais eficazes.

Segundo Mendonça (2004), problemas que envolvem situações conflituosas, decorrentes da interação entre a sociedade e a natureza, deve ser trabalhado por meio de pesquisas em conformidade com a geografia socioambiental do local e que explicitem a degradação de uma ou de ambas.

Este trabalho pretende seguir os principais critérios para avaliar o potencial da pesquisa, conforme Sampieri *et al.* (1991): conveniência, relevância social, implicações práticas, valor teórico e utilidade metodológica. Alvarenga (2011) ressalta que a interdisciplinaridade busca responder a problemas gerados pelo próprio avanço da ciência moderna disciplinar, é onde se faz a relação entre os saberes, o encontro entre o teórico e o prático, o filosófico e o científico, a ciência e a tecnologia, apresentando-se como um saber que responde aos desafios do saber complexo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Semiárido Brasileiro e o Estado do Ceará

As regiões semiáridas são caracterizadas, de modo geral, pela aridez do clima, pela deficiência hídrica com imprevisibilidade das precipitações pluviométricas e pela presença de solos pobres em matéria orgânica. O prolongado período seco anual eleva a temperatura local caracterizando a aridez sazonal. Na América do Sul existem três espaços caracterizados pela semi-aridez. A área de domínio do semiárido brasileiro, também conhecida como a grande região seca dos sertões nordestinos, é, segundo Ab'Sáber (2003), a mais homogênea delas do ponto de vista fisiográfico, ecológico e social.

A extensão territorial do semiárido brasileiro é de 969.589,4 km² integrando 1133 municípios distribuídos entre os estados de Alagoas, Ceará, Pernambuco, Sergipe, Piauí, Minas Gerais, Rio Grande do Norte, Bahia e Paraíba. É a área semiárida mais populosa do mundo e, também a área mais chuvosa do mundo com médias acima de 750mm/ano, porém a distribuição das precipitações é irregular, tanto no tempo quanto no espaço, com períodos prolongados de estiagem, no qual elevados níveis de temperatura provoca a evaporação das águas armazenadas

em estruturas hídricas.

Estima-se que a população que vive nessas áreas semiárida é de 21 milhões, ou seja, 11% da população brasileira.

O semiárido brasileiro é o maior do mundo em termos de extensão e de densidade demográfica. Segundo a última delimitação feita pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), a área de domínio do semiárido abrange 895.931,3 km² (10,5% do território nacional), corresponde a 86% da região Nordeste, nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia; e mais a região setentrional de Minas Gerais. Uma atualização da área de abrangência do semiárido, realizada em 1999 pela Sudene, identificou 1.031 municípios, com uma população total de 21 milhões de pessoas (cerca de 13,5% da população brasileira).

A insuficiência e irregularidade na distribuição de chuvas, com médias anuais entre 268 e 800 mm, a temperatura elevada e a forte taxa de evaporação são características que se refletem no modelamento da paisagem predominante. A hidrologia e a vegetação são totalmente dependentes do ritmo climático. O longo período seco, com alta evaporação, leva a uma desperenização generalizada dos rios, riachos e córregos endógenos. Trata-se, portanto, de um conjunto de fatores hidrológicos e ecológicos relacionados ao clima semiárido regional, “muito quente e sazonalmente seco, que projeta derivadas radicais para o mundo das águas, o mundo orgânico das caatingas e o mundo socioeconômico dos viventes dos sertões” (Ab’Sáber, 2003, p. 85).

Em contrapartida a essa visão otimista sobre o semiárido brasileiro, exposta por Ab’Sáber (2003), pode-se ressaltar que muitas dessas regiões, se beneficiam por ter as quatro estações climáticas bem definidas (primavera, verão, outono e inverno), o que diminui consideravelmente o déficit hídrico da evapotranspiração, diferente do que ocorre no semiárido brasileiro, onde as temperaturas elevadas e constantes ao longo de todo o ano climatológico, fazem com que a evapotranspiração seja sempre alta, ocorrendo o domínio do déficit hídrico.

O Brasil situa-se, em grande parte, na zona de clima quente intertropical, com regime equatorial no Amazonas e Norte (chuvas de outono); na zona subequatorial em parte do Norte e Nordeste (chuvas de inverno) onde ocorrem perturbações notáveis devidas aos ventos alísios; e em zona de clima temperado, subtropical, com regime de chuvas regular, havendo certa tendência de máximos nos meses de inverno (GARCEZ e ALVAREZ, 1988).

As maiores alturas pluviométricas no Brasil ocorrem na região da Serra do Mar,

próximo à cidade de São Paulo, onde o valor médio anual das precipitações chega a atingir 4500mm (Itapanhaú), com o máximo registrado de 5912 mm no alto da serra (1871-1872). Os mínimos ocorrem no Nordeste, da ordem de 350-440 mm por ano (CARVALHO, 2013).

O Semiárido nordestino é uma área que se caracteriza basicamente pela pequena duração do regime de chuvas, que ocorrem de forma irregular, num período médio de três meses (geralmente entre janeiro e março). As camadas superiores, em sua maior parte, são formadas por litossolos (embasamento cristalino e de pouca profundidade, apresentando baixa capacidade de retenção de água, com cobertura vegetal predominantemente de plantas xerófilas). A irregularidade das precipitações, quando associada ao baixo volume (estiagem), é a causa das conhecidas secas que ocorrem na Região.

O Estado do Ceará sofre, entre outros, sérios problemas de estiagem que ocorrem na região Nordeste do Brasil, fenômenos que, à luz do conhecimento científico atual, está intimamente ligado à circulação atmosférica de larga escala (WALKER, 1928; BJERKNES, 1969) causando sérios transtornos às populações nordestinas, principalmente àquelas que vivem nos sertões dos Estados incluídos no Polígono das Secas¹.

O clima temperado e seco, com escassa variação de temperatura, tal qual no semiárido nordestino, torna as chuvas raras no arquipélago; alternado períodos sem chuvas com outros em que esta desaba toda em um curto espaço de tempo. Ao longo dos séculos, prevaleceu no país a ideia de que o semiárido seria um lugar inóspito, sem possibilidades de desenvolvimento e fadado ao atraso. Hoje em dia, está cada vez mais evidente que essa noção faz parte de uma ideologia falaciosa que tem sido útil para legitimar ações políticas desenhadas para favorecer a reprodução política de uma minoria elitista.

Uma análise no contexto regional, revela que não há falta d'água do ponto de vista quantitativo, porém um acesso desigual que penaliza particularmente os mais pobres; caracterizando o que se denomina escassez qualitativa - quando os mananciais hídricos estão degradados e as pessoas não podem acessá-lo - e escassez social- quando as águas são apropriadas pela iniciativa privada ou quando há insuficiência de políticas públicas que garantam a sua distribuição igualitária. A esse quadro articulam-se outras privações aos mais

¹ O Polígono das Secas foi criado por Lei Federal em 7 de janeiro de 1936. Após sucessivas mudanças ao longo tempo, alterando sua delimitação e instituindo particularidades, o Decreto-Lei de nº 63.778, de 11 de dezembro de 1968, delegou à extinta Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) a competência de declarar os municípios pertencentes ao Polígono das Secas. Foi com a extinção da Sudene que a responsabilidade pela definição do Semiárido passou para o Ministério da Integração Nacional, o qual deu nova delimitação ao Polígono das Secas, em 2005.

pobres: de terra, de sementes, de informações, de documentos, de acesso ao crédito, de tecnologias adequadas, de assistência técnica.

2.2 As Regiões de Planejamento do Estado do Ceará

O Estado do Ceará tem uma população masculina contabilizada em 4.118.066 indivíduos, ultrapassada pela população feminina, que ronda os 4.329.989; 93% do território do Ceará, que em termos político-administrativos conta com 184 municípios, está inserido na região do semiárido e tem um clima preponderantemente tropical quente, o que o torna vulnerável à ocorrência de períodos consideráveis de seca, devido à pouca precipitação pluvial. Esta situação reflete-se na economia, sendo este, um dos estados mais carenciados do país.

O espaço geográfico é dinâmico sendo alvo de mudanças geossocioeconômicas ao longo do tempo, como, por exemplo, as intervenções relacionadas à atração de empresas, à ampliação de serviços públicos ou mesmo de infraestrutura, criando novos fixos e aumentando a rede de fluxos, proporcionando assim maior integração entre regiões.

As regiões de planejamento possuem quatorze territórios, distinguindo áreas que antes eram agregadas no modelo das macrorregiões, a exemplo das regiões da Ibiapaba, Sobral, Litoral Leste, Vale do Jaguaribe, Cariri, Centro Sul, Litoral Norte e Litoral Oeste/Vale do Curu. Este detalhamento possibilita o planejamento regional de forma mais eficaz ao consentir o delineamento das vocações regionais de cada região de forma individualizada.

Menciona-se, ainda, que o atual Plano de Governo determina a diretriz de revisão do recorte territorial das unidades de planejamento para a integração das diversas políticas públicas, a partir dos treze territórios de identidade rural e das vinte microrregiões de planejamento do estado do Ceará.

Conforme IPECE (2006), o termo região está, normalmente, associado a um determinado espaço físico, particularizado por determinadas características semelhantes, tais como: condições geográficas, socioeconômicas, culturais, étnicas, etc.

Freitas (2009) afirma que uma região refere-se a uma área contínua com características de homogeneidade relacionadas ao domínio de determinados aspectos, sejam eles, naturais e/ou construídos, econômicos e/ou políticos. Esses aspectos personalizam e diferenciam uma região das demais.

Benko (1999) conceitua região como sendo uma área geográfica que possibilita, simultaneamente, a descrição de fenômenos naturais e humanos, assim como a aplicação de políticas públicas.

Para Lima (2000), a região corresponde a um arranjo do espaço na elaboração de um processo de desenvolvimento. Desse modo, procura-se evidenciar o recorte regional como fragmentação/integração, isto é, uma exigência do planejamento para conhecer as frações da realidade espacial, com suas potencialidades e fragilidades.

Neste contexto, a delimitação regional aponta quase que invariavelmente para três tipos de critérios que estruturam o conceito de regionalização: polarização, homogeneidade e planejamento (TONI e KLARMANN, 2002).

Conforme Souza (2000), as unidades geoambientais são integradas por vários elementos que mantêm relações mútuas entre si, e são continuamente submetidas aos fluxos de matéria e energia. Assim, estas unidades são o produto de uma matriz de fatores ambientais relativos ao suporte (condições geológicas e geomorfológicas), ao envoltório (condições hidrológicas e climáticas) e à cobertura (solos e cobertura vegetal) de uma determinada região, apresentando características de vulnerabilidades e potencialidades que permitem a sua utilização para o planejamento territorial.

Mencione-se ainda, que, esta divisão regional é empregada atualmente no Plano Plurianual (PPA), onde constam todos os investimentos e ações continuadas do Estado. Desse modo, o enfoque territorial incorporado no planejamento almeja à descentralização das políticas e a integração da ação governamental nas regiões, estimulando a participação social e o fortalecimento das vocações regionais, tendo como objetivo a redução das desigualdades socioeconômicas entre regiões.

3. METODOLOGIA

Indicadores são apresentados como um valor estatístico em si, desvirtuando o sentido do próprio conceito: um indicador expressa algo que ele mesmo não é, ou seja, ele exprime apenas parcialmente determinado aspecto; ele é somente uma espécie de representante de um determinado aspecto de uma realidade bem mais complexa (SIEDENBERG, 2003).

De acordo com Siedenberg (2003) os indicadores podem ter, além de uma função meramente informativa, também uma função avaliativa, normativa ou decisória, uma vez que servem de referência para a implementação de objetivos, metas e estratégias. Se, por um lado, indicadores podem ser utilizados para controlar políticas, por outro lado a política também pode utilizar indicadores para aumentar os mecanismos de controle e poder.

Logo, os indicadores não podem ser percebidos como um fim em si mesmo; são, na

melhor das hipóteses, instrumentos analíticos auxiliares, úteis para sistematizar e representar uma realidade muito complexa.

O estudo realizado por Bhattacharya e Dass (2007) adotou o procedimento de agregação simples, através de médias geométricas ou de médias aritméticas, com o intuito de analisar os mais diversos indicadores normalizados², que buscam como produto final um índice de vulnerabilidade à seca, que pode ser comparado entre outras áreas de estudo.

No tocante da utilização das médias (aritmética e geométrica), o processo de agregação simples é amplamente utilizado no desenvolvimento de vários índices de desenvolvimento humano do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e se configura como uma ferramenta de grande importância para a avaliação dos mais diversos tipos de gestão.

Em se tratando do cálculo dos índices, diversas são as metodologias encontradas nos estudos concernentes ao tema. As variações vão desde o número de dimensões e critérios considerados até o cálculo dos índices socioeconômico.

O estudo adotou técnicas qualitativas e quantitativas de análise de dados. As análises qualitativas foram realizadas com base em documentação bibliográfica de origem científica. O estudo é explicativo por proporcionar uma maior preocupação central em identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos (GIL, 2002).

Nisso, para tornar possível uma análise estatística mais rigorosa e uma melhor aplicabilidade dos resultados optou-se por construir índice agregado: o Índice de Gestão (IG) foi elaborado considerando a gestão com o olhar para o meio ambiente e o Índice Gestão à Seca (IGS) que trata do nível de adoção de medidas à seca em cada município como forma de convivência aos efeitos vivido nas áreas semiáridas, no qual foram analisados a partir de um conjunto de indicadores extraídos da pesquisa Perfil dos Municípios Brasileiros, publicada pelo IBGE, ano de referência 2017, e expostos no Quadro 2 (anexo).

² Entendem-se como indicadores normalizados, os valores dos indicadores expressos em uma escala que varia entre o número 0 (zero) e número 1 (um).

Indicadores de Gestão - IG	
1 - Caracterização do órgão gestor municipal	KK001
2 - Número de funcionários Estatutários	KK002
3 - Número de funcionários Celetistas	KK003
4 - Número de funcionários somente comissionados	KK004
5 - Número de Estagiários	KK005
6 - Número de funcionários sem vínculo permanente	KK006
7 - Em qual(is) área(s) temática(s) se deu(ram) essa(s) capacitação(ões): Estruturação da gestão municipal de meio ambiente	KK007
8 - Em qual(is) área(s) temática(s) se deu(ram) essa(s) capacitação(ões) :Recursos Hídricos	KK008
9 - O município possui Conselho Municipal de Meio Ambiente ou similar	KK009
10 - O Conselho Municipal do Meio Ambiente é Deliberativo	KK010
11 - A área responsável pelo tema meio ambiente dispõe de recursos financeiros específicos para serem utilizados no desenvolvimento de suas ações	KK011
12 - O município possui Fundo Municipal de Meio Ambiente ou similar	KK012
13 - Quantidade de reuniões realizadas pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente nos últimos 12 meses	KK013
14 - Legislação ou instrumento sobre gestão de bacias hidrográficas	KK014
15 - Legislação ou instrumento sobre adaptação e mitigação de mudança do clima	KK015
16 - Legislação ou instrumento de fonte de recursos nos últimos 12 meses do governo estadual	KK016
17 - Legislação ou instrumento quanto a serviços ambientais acerca de pagamento por ações/iniciativas que promovam a conservação e a recuperação ou melhoramento da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos	KK017
18 - Legislação ou instrumento quanto à impactos ambientais e/ou processos/ações de maior ocorrência: Condições climáticas extremas (secas, enxurradas)	KK018
19 - Legislação ou instrumento à impactos ambientais e/ou processos/ações de maior ocorrência: Diminuição de vazão de algum corpo d'água	KK019
Indicadores de Gestão à Seca - IGS	
1 - O município foi atingido pela seca nos últimos 4 anos	EL001
2 - Ano em que aconteceu a seca de maior impacto para o município	EL002
3 - No ano de seca de maior impacto para o município ocorreram: perdas financeiras	EL003
4 - No ano de seca de maior impacto para o município ocorreram: perdas humanas	EL004
5 - No ano de seca de maior impacto para o município ocorreram: perdas de animais	EL005
6 - No ano de seca de maior impacto para o município ocorreram: perdas ambientais	EL006
7 - No ano de seca de maior impacto para o município ocorreram: perda ou redução da produção agrícola	EL007
8 - No ano de seca de maior impacto para o município ocorreram: surgimento ou aumento de área de desertificação	EL008
9 - No ano de seca de maior impacto para o município ocorreram: concentração de poluentes na água exigindo ampliação na captação e no tratamento da água	EL009
10 - O que está sendo feito no município para evitar ou minimizar os danos causados pela seca: construção de cisternas	EL010
11 - O que está sendo feito no município para evitar ou minimizar os danos causados pela seca: construção de açudes	EL011
12 - O que está sendo feito no município para evitar ou minimizar os danos causados pela seca: construção de barragens	EL012
13 - O que está sendo feito no município para evitar ou minimizar os danos causados pela seca: construção de poços	EL013
14 - O que está sendo feito no município para evitar ou minimizar os danos causados pela seca: revegetação	EL014
15 - O que está sendo feito no município para evitar ou minimizar os danos causados pela seca: incentivo público à agricultura adaptada ao clima e solo da região, com sistemas de irrigação	EL015
16 - O que está sendo feito no município para evitar ou minimizar os danos causados pela seca: distribuição regular de água através de carros-pipa em épocas de estiagem (situações de emergência)	EL016
17 - O que está sendo feito no município para evitar ou minimizar os danos causados pela seca: ações de uso sustentável dos recursos naturais (fontes de energia eólica ou solar, planos de bacia, programas de conscientização e sensibilização, etc.)	EL017

Quadro 1 - Indicadores componentes dos índices de Gestão (IG) e à Seca (IGS).

Fonte: Elaboração própria, 2019.

Com o objetivo de agregar as informações referentes aos indicadores foram construídos dois índices: Índice de Gestão – IG e Índice de Gestão à Seca – IGS. O IG buscou captar o grau de implementação de instrumentos auxiliares da gestão nas preocupações que tange ao meio ambiente e o IGS, o grau de implementação de ações de medidas voltadas à seca para melhorar as condições de convivência com o semiárido diante dos efeitos provocados pela mesma.

Assim, o Índice de Gestão Estadual - IGE é resultado da agregação de 36 indicadores sendo 19 indicadores de gestão e 17 de indicadores de ação de medidas voltadas para à seca. É necessário ressaltar que o Índice de Gestão não tem a pretensão de quantificar a intensidade do desenvolvimento, mas sim hierarquizar e comparar os municípios semiáridos do Estado do Ceará, bem como as regiões de planejamento, de acordo com suas potencialidades no que tange as políticas públicas de gestão e ações, potencialidades estas que criam as condições necessárias para desenvolver um sistema de monitoramento da gestão do meio ambiente e gestão de riscos em respostas a desastres como seca e seus efeitos.

Pelo fato de os indicadores selecionados para cada dimensão serem mensurados em diferentes unidades de medida e com diferentes amplitudes de variação, eles são transformados em medidas adimensionais com magnitude entre 0 e 1, com o objetivo de uniformizar as medidas. Estas novas medidas podem ser definidas como indicadores padronizados a serem obtidos da seguinte forma:

$$I_{pi} = \frac{I_i - I_{min}}{I_{max} - I_{min}} \quad (1)$$

Onde:

I_{pi} = valor do indicador padronizado do município i ;

I_i = valor do indicador do município i ;

I_{min} = valor do limite inferior do indicador,

I_{max} = valor do limite superior do indicador.

Os valores máximos e mínimos não são, necessariamente, valores encontrados entre os observados. Podem ser valores de referência definidos a priori. Caso o indicador expresse um atributo negativo e se queira inverter esta lógica, os valores mínimos e máximos são invertidos. Atualmente, a metodologia considera os valores mínimos e máximos observados na série do período analisado, ou seja, valores observados no ano de 2017.

O procedimento acima é realizado para cada indicador de cada uma das dimensões incorporadas na construção do índice. Essa transformação permite que os indicadores sejam empregados como medidas relativas. No entanto, o emprego de limites inferiores e superiores

fixos permite, também, analisar sua evolução ao longo do período. Obtidos os indicadores padronizados, para calcular o IG de cada município distribuídos na região de planejamento.

O índice final – IGE – é uma média ponderada dos índices de dimensões calculadas da seguinte forma:

$$IGE = \frac{1}{2} \times (IG + IGS) \quad (2)$$

Onde, IG e o IGS representam respectivamente, os índices de gestão e o índice de gestão na adoção de medidas em atendimento à seca. Para todos os índices calculados, quanto mais próximo de 1 melhor a situação.

O cálculo do IGE constou de três etapas, conforme Carvalho *et al.* (2013) e Lima *et al.* (2014). Inicialmente considerou-se a natureza binária de cada indicador, sendo atribuído valor 1 (um) à existência do componente de gestão e valor 0 (zero) à ausência. Em seguida foram atribuídas pontuações a cada município a partir da agregação dos pontos obtidos conforme equação 1 e, foram criados subíndices para cada dimensão por meio da expressão. A mesma expressão foi adotada no cálculo do Índice de Gestão – IG e do Índice de Gestão à Seca – IGS:

$$SI_{G_{jp}} = \frac{\sum_{i=1}^n E_{pij}}{\sum_{i=1}^n E_{Naxij}} \quad (3)$$

onde:

I_j = Índice observado no *j*-ésimo município.

E_{ij} = escore do *i*-ésimo indicador obtido pelo *j*-ésimo município (0 ou 1) E_{maxi} = escore máximo do *i*-ésimo indicador (no caso, 1)

$i = 1, \dots, p$, número de indicadores ($p = 19$ para o Índice de Gestão– IG e $p = 18$ para o Índice de Gestão à Seca – IGS)

$j = 1, \dots, n$, número de municípios ($n = 184$)

O valor de cada índice variou de 0 (nenhum dos instrumentos ou ações avaliados foi implementado pelo município) a 1 (todos os instrumentos ou ações avaliados foram implementados pelo município). De outro modo, quando multiplicados por 100, os índices podem ser interpretados como o percentual de implementação dos instrumentos ou ações no combate à seca implementados pelo governo do estado do Ceará.

A avaliação final de cada índice (IGE, IG e IGS) obtido por cada município; nesta etapa da avaliação, são, portanto, classificados em quatro categorias de acordo com o valor dos

índices obtidos (de seca e de adoção de medidas) e, recebem uma parametrização de acordo com o seu valor. Cada município pode ser posicionado em termos relativos posto como:

- $0,000 \leq [\text{IGE}; \text{IG e IGS}] < 0,500 \rightarrow$ baixo desenvolvimento da gestão
- $0,500 \leq [\text{IGE}; \text{IG e IGS}] < 0,650 \rightarrow$ médio-baixo desenvolvimento da gestão
- $0,650 \leq [\text{IGE}; \text{IG e IGS}] < 0,800 \rightarrow$ médio-alto desenvolvimento da gestão
- $0,800 \leq [\text{IGE}; \text{IG e IGS}] < 1,000 \rightarrow$ alto desenvolvimento da gestão

A metodologia de categorização tomou como referencial teórico, sofrendo adaptações para o respectivo estudo, o trabalho sobre índice de desenvolvimento social dos municípios cearenses: IDS 2012- 2015 realizado pelo Instituto de Pesquisa do Ceará – IPECE e divulgado e publicado por Assis & Rodrigues (2018).

Portanto, estas são categorias que agrupam municípios de acordo com o seu nível de desenvolvimento de gestão, na tentativa de selecionar aqueles que apresentam, de uma forma geral, características semelhantes³. Obviamente, existe uma razoável heterogeneidade entre os municípios cearenses e, como consequência, pode haver casos em que município com uma série de características discrepantes se situem no mesmo grupo, pois, diante de uma análise mais integrada e abrangente de suas características, pode-se constatar que seus níveis de desenvolvimento de gestão apresentam uma razoável semelhança.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo adotou uma escala municipal. Entretanto, os resultados a seguir são apresentados por regiões de planejamento. No caso da análise dos índices, o valor atribuído a cada região de planejamento corresponde à média aritmética considerando-se os municípios aí inseridos.

4.1 Caracterizando as Regiões de Planejamento

Como mostra no quadro 2 a região de planejamento com maior número de municípios é a região do Cariri, com 29 municípios e a menor é a região do Sertão dos Inhamus, com apenas 5.

A maior área territorial dentre as 14 regiões de planejamento é a do Sertão dos Crateús

³ No caso, deve-se perceber que a padronização entre 0 e 1 transforma os resultados em uma escala relativa, ou seja, permite que os indicadores de cada município possam ser comparados aos demais.

seguida de da região do Cariri. Porém se pode verificar que o maior número populacional se encontra na Grande Fortaleza (4.019.213), capital cearense; acompanhada novamente da região do Cariri com 1.000.678 indivíduos.

A região do Cariri embora tenha apresentado a segunda maior área territorial e populacional, apresenta apenas a quinta PIB *per capita* do estado cearense, ficando atrás das regiões: Grande Fortaleza, Litoral Leste, Sertão Sobral e Vale do Jaguaribe, respectivamente.

No quadro 2 (anexo) são apresentados indicadores referente às características populacionais e socioeconômicas das 14 regiões de planejamento, objetivando traçar o perfil sócio-demográfico da mesma, os municípios pertencentes a cada região de planejamento são: **Cariri** (Abaiara, Altaneira, Antonina do Norte, Araripe, Assaré, Aurora, Barbalha, Barro, Brejo Santo, Campos Sales, Caririaçu, Crato, Farias Brito, Granjeiro, Jardim, Jati, Juazeiro do Norte, Lavras da Mangabeira, Mauriti, Milagres, Missão Velha, Nova Olinda, Penaforte, Porteiras, Potengi, Salitre, Santana do Cariri, Tarrafas e Várzea Alegre); **Centro Sul** (Acopiara, Baixio, Cariús, Catarina, Cedro, Icó, Iguatu, Ipaumirim, Jucás, Orós, Quixelô, Saboeiro e Umari); **Grande Fortaleza** (Aquiraz, Caucaia, Cascavel, Chorozinho, Eusébio, Fortaleza, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba, Paracuru, Paraipaba, Pindoretama, São Luís do Curu, São Gonçalo do Amarante e Trairi); **Litoral Leste** (Aracati, Beberibe, Fortim, Icapuí, Itaiçaba e Jaguaruana); **Litoral Norte** (Acarauá, Barroquinha, Bela Cruz, Camocim, Chaval, Cruz, Granja, Itarema, Jijoca de Jericoacoara, Marco, Martinópolis, Morrinhos e Uruoca); **Litoral Oeste / Vale do Curu** (Amontada, Apuiarés, General Sampaio, Irauçuba, Itapajé, Itapipoca, Miraíma, Pentecoste, Tejuçuoca, Tururu, Umirim e Uruburetama); **Maçico de Baturité** (Acarape, Aracoiaba, Aratuba, Barreira, Baturité, Capistrano, Guaramiranga, Itapiúna, Mulungu, Ocara, Pacoti, Palmácia e Redenção); **Serra da Ibiapaba** (Carnaubal, Croatá, Guaraciaba do Norte, Ibiapina, Ipu, São Benedito, Tianguá, Ubajara e Viçosa do Ceará); **Sertão Central** (Banabuiú, Choró, Deputado Irapuan Pinheiro, Ibareta, Ibicuitinga, Milhã, Mombaça, Pedra Branca, Piquet Carneiro, Quixadá, Quixeramobim, Senador Pompeu e Solonópolis); **Sertão Canindé** (Boa Viagem, Canindé, Caridade, Itatira, Madalena e Paramoti); **Sertão Sobral** (Alcântaras, Cariré, Coreaú, Forquilha, Frecheirinha, Graça, Groaíras, Massapê, Meruoca, Moraújo, Mucambo, Pacujá, Pires Ferreira, Reriutaba, Santana do Acaraú, Senador Sá, Sobral e Varjota); **Sertão de Crateús** (Ararendá, Catunda, Crateús, Hidrolândia, Independência, Ipaporanga, Ipueiras, Monsenhor Tabosa, Nova Russas, Novo Oriente, Poranga, Santa Quitéria e Tamboril); **Sertão dos Inhamus** (Aiuaba, Arneiroz, Parambu, Quiterianópolis e Tauá); **Vale do Jaguaribe** (Alto Santo, Ererê, Iracema,

Jaguaretama, Jaguaribara, Jaguaribe, Limoeiro do Norte, Morada Nova, Palhano, Pereiro, Potiretama, Quixeré, Russas, São João do Jaguaribe e Tabuleiro do Norte).

4.2 Analisando dados e Resultados dos Indicadores

4.2.1 Índice de Gestão - IG

O índice de gestão trata de instrumentos de gestão pública voltados para o meio ambiente com variáveis pertinentes a estrutura organizacional, na formação órgão, comitês e/ou conselhos, além da formação e capacitação de pessoal; bem como ferramentas e dispositivos legais no intuito de legislar quanto à práticas operacionais e disponibilidade de recursos.

Neste índice são contemplados ainda indicadores que contribuem para os objetivos deste estudo, que são variáveis que investiguem a gestão ambiental na área dos recursos hídricos, em termos de legalidade, serviços e impactos no estado do Ceará.

Na tabela 1 podemos verificar a estatística descritiva do índice de gestão, onde podemos observar que o estado do Ceará possui um desvio padrão baixo, indicando que os resultados entre as regiões de planejamento circundam próximos a média. Já o coeficiente de variação, que trata do desvio padrão relativo, uma vez que apenas o resultado do desvio padrão não é o suficiente para caracterizar os dados, expressa um resultado com alta dispersão (<30%) apresentando variáveis heterogêneas e categóricas de se fazer análises comparativas entre a variação de dados observados.

Região de Planejamento	Total de Municípios	IG Médio	Mediana	Mín	Máx	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação (%)
Sertão dos Crateús	13	0,41	0,37	0,26	0,63	0,12	29,36
Cariri	29	0,40	0,32	0,11	0,95	0,19	48,37
Grande Fortaleza	19	0,39	0,32	0,21	1,00	0,21	54,14
Sertão dos Inhamus	5	0,38	0,37	0,16	0,68	0,19	50,46
Litoral Norte	13	0,36	0,37	0,11	0,53	0,11	31,46
Litoral Leste	6	0,35*	0,34	0,16	0,58	0,14	38,73
Maciço de Baturité	13	0,35*	0,37	0,21	0,58	0,11	30,12
Serra da Ibiapaba	9	0,35*	0,37	0,21	0,58	0,10	29,05
Litoral Oeste / Vale do Curu	12	0,33	0,34	0,16	0,53	0,10	31,36
Sertão Sobral	18	0,32	0,26	0,16	0,84	0,20	61,83
Centro Sul	13	0,31*	0,26	0,16	0,47	0,11	36,18
Sertão de Canindé	6	0,31*	0,29	0,21	0,42	0,08	25,23
Sertão Central	13	0,28	0,21	0,16	0,47	0,12	42,14
CEARÁ	184	0,35	0,33	0,18	0,66	0,14	39,85

Tabela 1- Estatísticas descritivas do IG, por região de planejamento do Ceará (2017).

Nas regiões de planejamento com mesmo IG os critério de desempate foram: 1º) maior mediana, 2º) maior valor mínimo e 3º) maior valor máximo.

Fonte: Elaboração própria a partir da pesquisa dos Municípios Brasileiros- Educação, 2019 (IBGE, 2017).

Dentre as 20 disponibilidades investigada para o índice de gestão, o Ceará apresentou uma média de 35% (IG = 0,35) quanto à gestão ambiental, considerando implementações na

área de recursos hídricos, como legislação ou instrumento de gestão de bacias hidrográficas; adaptação e mitigação de mudança de clima; ações/iniciativas que promovam a conservação e a recuperação ou melhoramento da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos e condições climáticas extremas (enchente ou seca).

Embora as regiões de planejamento Sertão do Crateús e Cariri tenham expressado um IG superior da média do estado cearense, ainda assim, todos os resultados apresentam segundo a categorização apresentada na metodologia deste estudo como forma de análise de posicionamento, um baixo desenvolvimento de gestão.

Além disso, é importante destacar outras considerações, como no caso das regiões de planejamento Cariri e Litoral Norte onde foi constatada a existência de municípios com baixíssima gestão ambiental (Mínimo = 0,11) enquanto que a região de planejamento da Grande Fortaleza apresentou municípios com amplo e total uso de todos os instrumentos de gestão ambiental (Máximo = 1,00), representado pela capital cearense, Fortaleza.

O baixo grau de desenvolvimento de gestão no Estado, através de suas regiões de planejamento deve ser colocado, de forma preocupante, e até mesmo como um problema regional; uma vez que todo extrato de dados aqui apresentado não se sobressaem ao ponto de mudar sua caracterização nem mesmo para médio baixo desenvolvimento de gestão.

Por fim, é relevante ressaltar que em nenhum município abrangido nas regiões de planejamento do estado do Ceará se sequer adote uma estrutura organizacional de gestão ambiental dentre os instrumentos avaliados, fato observado a partir da análise da coluna “Máximo” da Tabela 1.

Dentre os indicadores analisados se tem a caracterização da gestão ambiental, em que em todos os municípios do estado do Ceará possuem órgão gestor para desempenhar competências nas questões ambientais e, para o caso investigado neste artigo, na área de recursos hídricos; exceto o município de Martinópole que não possui nenhuma estrutura (0,55%) de gestão para trabalhar tais questões.

As estruturas de gestão que caracterizam o estado do Ceará são: (63,5%) formação de uma secretaria em conjunto com outras políticas setoriais; (25%) secretaria exclusiva; (6,5%) setor subordinado a outra secretaria; (3,26%) órgão da administração indireta e (1,2%) setor subordinado à chefia do executivo.

Nesta tabela 2 mostra a proporção de todos os indicadores por região de planejamento com relação a estrutura organizacional e seu processo de instrumentalização, regulamentação e

legislação acerca das questões ambientais e também, voltadas a disponibilidade de recursos e promoção de atividades que orientem e capacitem os agentes envolvidos a conviver, ou mesmo, responder ou ainda se respaldar quando a gestão administrativa dos processos.

O órgão gestor são caracterizados por funcionários estatutários em sua maioria entre nas regiões da Grande Fortaleza, Cariri e Sertão Sobral, estas que ainda apresentam em seu quadro gestor a figura dos estagiários, regiões de planejamento com características geoambientais homogêneas. Dentre as regiões não aparecem funcionários celetistas e cargos comissionados.

A tabela 2 também que todas as regiões de planejamento possuem entre os seus municípios algum deles, o Conselho Municipal do Meio Ambiente, ressaltar um dado especial em que a região da Serra da Ibiapaba, 100% dos seus municípios possuem conselhos, seguido da Grande Fortaleza (89%), Vale do Jaguaribe (87%), Maciço de Baturité e Litoral Norte, ambos (85%) e Litoral Oeste (85%), onde todos eles possuem aproximadamente de 6 a 12 reuniões periódicas por ano.

Todas as regiões de planejamento dispõe de algum recurso financeiro específico para serem utilizados no desenvolvimento de suas ações voltadas para a gestão ambiental e, a maioria dos municípios apresentaram possuir um Fundo de Municipal do Meio Ambiente ou similar, em que as regiões que possuem o maior número de municípios (>60%) com o fundo fora Sertão dos Inhamus, Sertão de Canindé e Litoral Leste; valendo ainda ressaltar que nenhuma região de planejamento recebeu desembolso do tesouro estadual para qualquer instrumentalização de gestão.

Com relação a legislação ou instrumentos de controle e monitoramento acerca dos recursos hídricos, temos que a região do Maciço do Baturité (23%) possui a maior gestão de bacias hidrográficas e que as regiões do Litoral Leste e Sertão de Canindé (0%) não possui nenhuma gestão de bacias. Quanto as ações e adaptação e mitigação de mudança do clima, apenas o Litoral Leste (17%) apresentou possuir algum tipo de instrumento de regulamentação Legislação ou instrumento quanto a serviços ambientais acerca de pagamento por ações/iniciativas que promovam a conservação e a recuperação ou melhoramento da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos, nenhuma região de planejamento se mostrou relevante.

Legislação ou instrumento quanto à impactos ambientais e/ou processos/ações de maior ocorrência em relação a condições climáticas extremas (secas, enxurradas) e vazão do corpo d'água, em média 60% das regiões de planejamento se preocupam em regulamentar quanto aos impactos ambientais, considerando que a que mais de instrumentaliza é a região de Sertão dos

Crateús (85%) para condições climáticas e a região Centro Sul (46%) para vazão do corpo d'água.

Região de Planejamento	KK002	KK003	KK004	KK005	KK006	KK007	KK008	KK009	KK010	KK011	KK012	KK013	KK014	KK015	KK016	KK017	KK018	KK019
Cariri	34%	34%	0%	7%	7%	7%	21%	86%	76%	21%	21%	59%	17%	7%	0%	10%	83%	14%
Centro Sul	8%	8%	0%	0%	0%	8%	15%	62%	38%	8%	23%	23%	8%	0%	0%	8%	69%	46%
Grande Fortaleza	21%	11%	16%	32%	16%	5%	26%	95%	89%	53%	47%	79%	16%	16%	0%	0%	16%	16%
Litoral Leste	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	92%	85%	38%	54%	62%	15%	0%	0%	8%	54%	23%
Litoral Norte	0%	0%	0%	0%	0%	17%	33%	92%	83%	17%	33%	33%	17%	17%	0%	0%	67%	25%
Litoral Oeste / Vale do Curu	0%	0%	0%	0%	0%	17%	33%	92%	83%	17%	33%	33%	17%	17%	0%	0%	67%	25%
Maciço de Baturité	8%	0%	0%	0%	0%	15%	8%	92%	85%	8%	54%	23%	23%	8%	0%	0%	62%	38%
Serra da Ibiapaba	11%	0%	22%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	22%	33%	56%	11%	0%	0%	11%	56%	33%
Sertão Central	0%	0%	0%	0%	0%	15%	15%	62%	46%	8%	23%	8%	8%	0%	0%	0%	69%	23%
Sertão Canindé	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	100%	67%	0%	67%	33%	0%	0%	0%	0%	67%	17%
Sertão Sobral	17%	11%	0%	11%	17%	28%	22%	67%	33%	33%	28%	22%	6%	0%	0%	0%	39%	17%
Sertão dos Crateús	0%	0%	0%	0%	0%	15%	8%	100%	77%	38%	54%	85%	15%	8%	0%	8%	85%	46%
Sertão dos Inhamus	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	80%	80%	40%	60%	20%	20%	0%	0%	0%	80%	20%
Vale do Jaguaribe	0%	0%	0%	0%	0%	13%	13%	93%	87%	7%	13%	280%	7%	0%	0%	0%	67%	33%

Tabela 2 - Proporção de municípios com implementação de componentes de gestão - IG, por região de planejamento (2017).

Fonte: Elaboração própria a partir da pesquisa dos Municípios Brasileiros- Educação, 2019 (IBGE, 2017).

O gráfico 1 mostra a situação dos dez melhores e piores municípios em termos de instrumentos de gestão (IG); onde entre os melhores municípios com melhores atuação e organização da gestão ambiental no estado do Ceará, estão respectivamente, Fortaleza, Crato, Maracanaú, Sobral, Juazeiro do Norte, Massapê, Tauá e, empatados como os três últimos melhores está Barbalha, Caririaçu e Independência.

Já os municípios com pior estrutura organizacional de gestão ambiental estão empatados os municípios de Milhã, Moraújo, Pedra Branca, Penaforte, Santana do Acaraú, Senador Sá, Solonópole e Tururu e, em seguida, com os dois piores resultados estão Martinópole e Potengi.

É possível identificar que os municípios com as melhores estruturas de gestão ambiental estão contidos nas regiões de planejamento Grande Fortaleza, Sertão Sobral e Cariri; estas que apresentam o maior número populacional, o maior PIB *per capita* e o maior número de município entre todo o estado cearense.

E quanto aos piores municípios se percebe pouco investimento na estrutura organizacional da gestão ambiental, de apenas 16% dentre os indicadores analisados que apontam uma gestão ambiental organizada e preocupada com as questões dos recursos hídricos e os impactos adversos como o fenômeno seca, reduzindo as expectativas da população de melhores condições de convivência com os efeitos ocasionados pelo semiárido cearense.

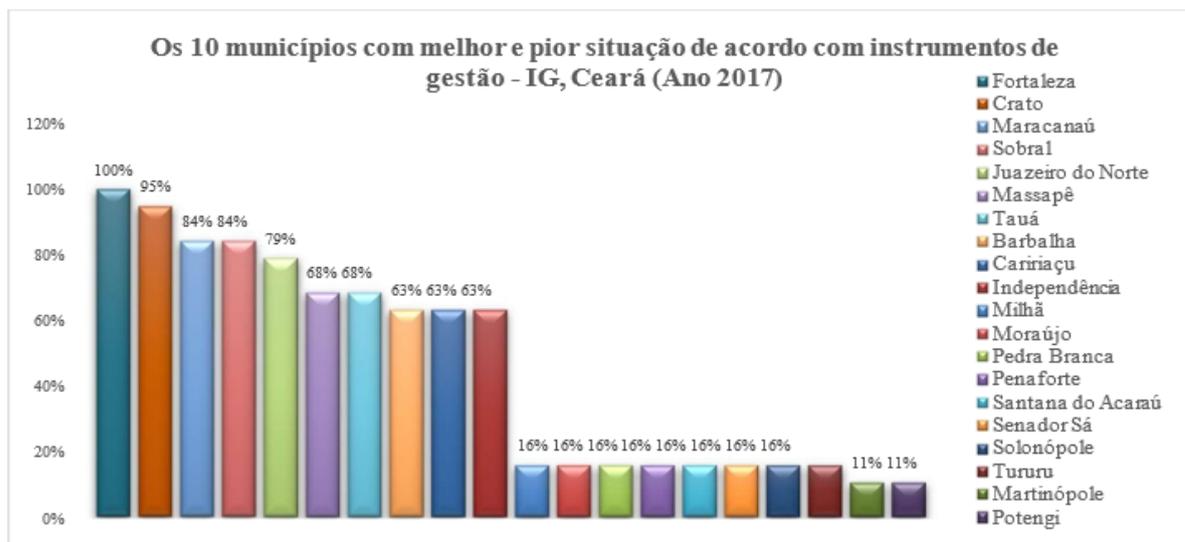


Gráfico 1 – Os 10 municípios em melhor e pior situação de acordo com instrumentos de gestão – IG, Ceará (2017)

Fonte: Elaboração própria a partir da pesquisa dos Municípios Brasileiros- Educação, 2019 (IBGE, 2017).

O *ranking* por região de planejamento apresentado no gráfico 2 configura e posiciona o estado cearense de forma diferente de quando analisado os municípios isoladamente. Enquanto

que no gráfico 1, as regiões de planejamento Grande Fortaleza, Cariri e Sertão Sobral, por meio de algum dos seus municípios ganham força e predominância em estrutura organizada na gestão ambiental, no gráfico 2 quando agrupados todas as variáveis que envolve o órgão gestor e de instrumentos e legislação acerca dos recursos hídricos juntamente com as ações/iniciativas que promovam a conservação e recuperação da quantidade e qualidade do mesmo e os impactos ambientais ocorridos por condições climáticas extremas, é apresentado o Vale do Jaguaribe (43%) como a melhor região de planejamento em gestão ambiental, quando analisado o seu conjunto de municípios.

Já as regiões de planejamento Cariri, Grande Fortaleza e Sertão Sobral se encontram em posições no *ranking* de 3^a, 4^a e 11^a, respectivamente, como mostra o gráfico 2. Esse resultado revela que ao agrupar os municípios de cada região, os instrumentos de gestão estão concentrados apenas nas cidades de fluxo econômico, PIB *per capita*, número populacional alto; as quais são Crato, Fortaleza – capital cearense e Sobral, deixando os outros municípios destas regiões sem um mínimo de estrutura de gestão capaz de implementar instrumentos reguladores de políticas ambientais e de recursos hídricos.

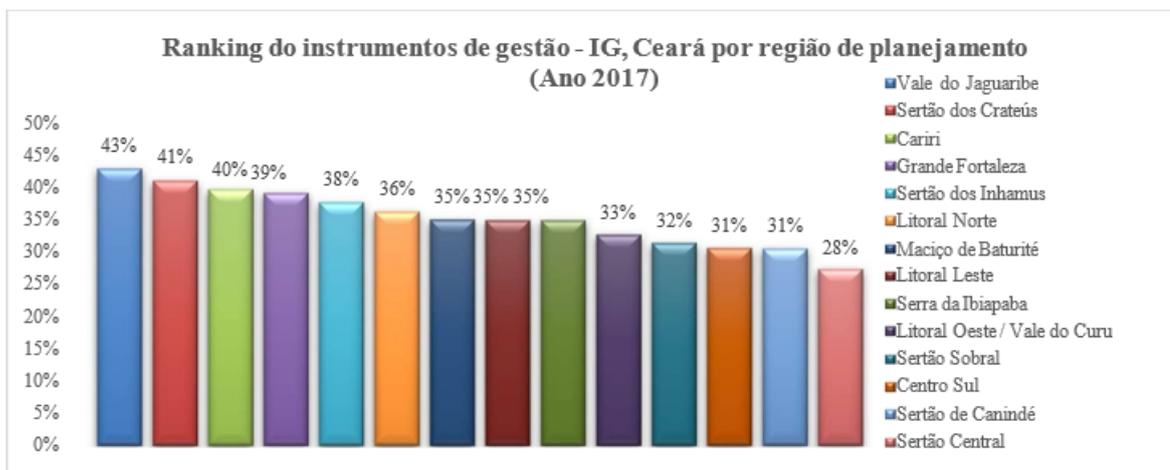


Gráfico 2 – Ranking do instrumento de gestão – IG, Ceará, por região de planejamento (2017).

Fonte: Elaboração própria a partir da pesquisa dos Municípios Brasileiros- Educação, 2019 (IBGE, 2017)

4.2 Índice de Gestão à Seca - IGS

O índice de gestão à Seca trata da identificação de impactos e adoção de medidas de gestão pública voltados para o com o evento seca, contemplando variáveis como os impactos que atinge os municípios com perdas financeiras, de animais, humanas, ambientais, produção agrícola, aparecimento de desertificação, concentração de poluentes na água exigindo ampliação na captação e no tratamento da água.

E quanto a adoção de medidas, foram investigados através dos municípios, agrupados também por região de planejamento, o que estão fazendo para evitar ou minimizar os efeitos causados pela seca, como a construção de cisternas, açudes, barragens, sistemas de irrigação; revegetação; disponibilidade de carros pipas; ações de uso sustentável de recursos naturais, incentivo público a agricultura.

Na tabela 1 podemos verificar a estatística descritiva do índice de gestão à seca, onde podemos observar que o estado do Ceará possui um desvio padrão baixo, indicando que os resultados entre as regiões de planejamento circundam próximos a média. Já o coeficiente de variação, que trata do desvio padrão relativo, uma vez que apenas o resultado do desvio padrão não é o suficiente para caracterizar os dados, expressa um resultado com moderada dispersão (>30%) apresentando variáveis heterogêneas e categóricas de se fazer análises comparativas entre a variação de dados observados.

Região de Planejamento	Total de Municípios	IGS Médio	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação (%)
Centro Sul	13	0,78	0,82	0,59	0,94	0,11	14,51
Sertão Central	13	0,74	0,76	0,06	0,94	0,22	30,34
Sertão dos Inhamus	5	0,72	0,65	0,59	0,88	0,13	17,77
Litoral Oeste / Vale do Curu	12	0,71	0,76	0,06	1,00	0,25	35,57
Cariri	29	0,69	0,71	0,47	0,94	0,11	16,26
Vale do Jaguaribe	15	0,67	0,65	0,41	1,00	0,15	21,83
Serra da Ibiapaba	9	0,65*	0,65	0,35	0,88	0,16	24,83
Sertão de Canindé	6	0,65*	0,65	0,24	1,00	0,26	40,66
Litoral Leste	6	0,63*	0,65	0,35	0,88	0,20	31,19
Sertão dos Crateús	13	0,63*	0,59	0,24	1,00	0,18	28,92
Sertão Sobral	18	0,57	0,59	0,06	0,82	0,18	32,01
Grande Fortaleza	19	0,56	0,53	0,00	0,94	0,25	44,97
Litoral Norte	13	0,54	0,53	0,29	0,88	0,16	29,39
Maciço de Baturité	13	0,45	0,59	0,00	0,71	0,23	50,72
CEARÁ	184	0,64	0,65	0,27	0,92	0,19	29,93

Tabela 3 - Estatísticas descritivas do IGS, por região de planejamento do Ceará (2017)

*Nas regiões de planejamento com mesmo IGS os critério de desempate foram: 1º) maior mediana, 2º) maior valor mínimo e 3º) maior valor máximo.

Fonte: Elaboração própria a partir da pesquisa dos Municípios Brasileiros- Educação, 2019 (IBGE, 2017).

Dentre as 18 disponibilidades investigada para o índice de gestão, o Ceará apresentou uma média de 64% (IG = 0,64) quanto ao diagnóstico de impactos e adoção de medidas à seca, considerando riscos e implementações no que diz respeito aos recursos hídricos e abrangências de convivência ao semiárido, significando um posicionamento médio baixo de desenvolvimento da gestão, melhorando as condições dos usuários instalados no semiárido cearense com relação a gestão ambiental no tocante a seca como forma de gerir as ações/medidas de dirimir os impactos provocados pela mesma.

Mesmo com o médio baixo grau de desenvolvimento da gestão no diagnóstico e na adoção de instrumentos de gestão ambiental voltados para a seca, os resultados apresentados na tabela 3 por regiões de planejamento não deve ser colocado, de forma equivocada, como um problema regional. Trata-se de uma sensibilidade aos problemas concernente a seca que atinge todo o território cearense. Como se nota, as regiões de planejamento – Sertão Sul, Sertão Central e Sertão dos Inhamus, lideram a implementação das adoções de medidas no combate à seca, pois seus municípios adotam, em média, 82%, 77% e 65%, respectivamente.

É relevante ressaltar que em três regiões de planejamento, Litoral Oeste/Vale do Curu, Vale do Jaguaribe, Sertão Canindé e Sertão dos Crateús, apresentando municípios entre estas regiões com amplo e total uso de todos os instrumentos de gestão ambiental (Máximo = 1,00) e, já, em outras regiões como Maciço de Baturité e Grande Fortaleza foi constatada a existência de municípios com baixíssima gestão ambiental (Mínimo = 0,00), ou seja, não há sequer um município que adote alguma medida à seca.

O médio baixo grau de desenvolvimento no diagnóstico e na adoção de medidas nos efeitos provocados pela seca no estado do Ceará, através de suas regiões de planejamento é importante ao passo já se identifica ações/iniciativas que venham a ajudar nos efeitos provocados pela seca, não somente identificando problemas como dirimindo seus impactos ambientais e sociais, melhorando as condições de convivência com o semiárido. Em quase todas as regiões de planejamento, os municípios foram atingidos pela seca nos últimos 4 anos em 100%, excetuando a região da Grande Fortaleza que 89% dos seus municípios foram atingidos e Maciço de Baturité 85%, pela seca. Dentre os municípios afetados o ano em que ocorreu a maior seca foi o ano de 2016.

No ano de seca de maior impacto nas regiões de planejamento ocorreram algumas variadas perdas, dentre elas a tabela 4 mostra que considerando todos os municípios cearenses, 88% destes tiveram perdas financeiras, 7% perdas humanas, 82% perdas animais, 78% perdas ambientais e 94% perdas na produção agrícola.

É importante ressaltar que no que se trata de perdas humanas as regiões que se apresentaram com maior número de município foram a Grande Fortaleza (21%) e Sertão Central (38%). Já todos os municípios das regiões do Litoral Leste e Sertão dos Inhamus tiveram perdas animais, 100% das cidades das regiões da Serra da Ibiapaba e Inhamus tiveram perdas ambientais e, também em 100% dos municípios das regiões de Cariri, Centro Sul, Litoral Leste, Litoral Norte, Sertão de Canindé, Sertão dos Inhamus e Vale do Jaguaribe tiveram perdas na produção agrícola.

Quanto ao surgimento ou aumento de área de desertificação e concentração de poluentes na água exigindo ampliação na captação e no tratamento da água; todas as regiões de planejamento apresentaram municípios que sofreram pelo efeito da desertificação, excetuando a Região do Maciço de Baturité.

Região de Planejamento	EL001	EL002	EL003	EL004	EL005	EL006	EL007	EL008	EL009	EL010	EL011	EL012	EL013	EL014	EL015	EL016	EL017
Cariri	100%	245%	97%	0%	97%	90%	100%	28%	7%	90%	28%	34%	93%	17%	34%	90%	17%
Centro Sul	100%	231%	100%	8%	92%	85%	100%	46%	69%	69%	62%	62%	92%	23%	62%	100%	31%
Grande Fortaleza	89%	159%	89%	21%	63%	74%	79%	21%	37%	53%	21%	32%	74%	21%	21%	89%	21%
Litoral Leste	100%	200%	100%	17%	100%	83%	100%	33%	33%	67%	17%	0%	83%	0%	0%	100%	33%
Litoral Norte	100%	177%	69%	0%	54%	54%	100%	8%	31%	69%	8%	15%	92%	8%	15%	100%	23%
Litoral Oeste / Vale do Curu	100%	200%	92%	0%	92%	92%	92%	33%	50%	83%	50%	58%	75%	17%	33%	83%	67%
Maciço de Baturité	85%	218%	69%	8%	54%	69%	85%	0%	0%	69%	8%	23%	54%	0%	0%	69%	0%
Serra da Ibiapaba	100%	200%	100%	0%	89%	100%	89%	44%	44%	67%	11%	11%	89%	22%	22%	78%	44%
Sertão Central	100%	233%	85%	38%	92%	85%	92%	62%	46%	62%	69%	31%	85%	31%	38%	77%	46%
Sertão Canindé	100%	250%	67%	0%	83%	67%	100%	33%	33%	67%	33%	17%	100%	17%	33%	83%	17%
Sertão Sobral	100%	224%	83%	0%	67%	56%	89%	28%	28%	61%	28%	11%	83%	6%	17%	89%	11%
Sertão dos Crateús	100%	177%	92%	0%	85%	77%	92%	23%	31%	85%	31%	31%	100%	15%	15%	85%	31%
Sertão dos Inhamus	100%	120%	100%	0%	100%	100%	100%	80%	60%	100%	40%	40%	100%	20%	40%	80%	40%
Vale do Jaguaribe	100%	233%	93%	0%	80%	67%	100%	40%	27%	73%	47%	13%	100%	7%	33%	100%	33%

Tabela 4 - Proporção de municípios com implementação de componentes de gestão à seca - IGS, por região de planejamento (2017).

Fonte: Elaboração própria a partir da pesquisa dos Municípios Brasileiros- Educação, 2019 (IBGE, 2017)

A tabela 4 ainda revela o que está sendo feito para evitar ou minimizar os danos causados pela seca em que tiveram como maior beneficiada em suas regiões de planejamento: Sertão dos Inhamus (100%) e Cariri (90%) na construção de cisternas; Centro Sul (62%) e Sertão Central (69%) na construção de açudes; Centro Sul (62%) e Litoral Oeste/Vale do Curu (58%) na construção de barragens; Cariri (93%), Litoral Sul e Litoral Norte (92%), Sertão de Canindé, Sertão dos Crateús e Sertão do Inhamus (100%) na construções de poços profundos e, por fim Sertão Central (31%) e Inhamus (40%) em atividades de revegetação.

No que está sendo feito no município para evitar ou minimizar os danos causados pela seca quanto ao incentivo público à agricultura adaptada ao clima e solo da região, com sistemas de irrigação, se tem a Grande Fortaleza (62%) como maior beneficiada; distribuição regular de água através de carros-pipa em épocas de estiagem apresentou-se as regiões de planejamento Litoral Norte e Leste, Vale do Jaguaribe e Centro Sul com 100% de benefício.

Já o que tem sido realizado para dirimir os danos causado pela seca no tocante às ações de uso sustentável dos recursos naturais (fontes de energia eólica ou solar, planos de bacia, programas de conscientização e sensibilização, etc.), se tem o Litoral Oeste/Vale do Curu como o principal beneficiado com 67% dos seus municípios.

O gráfico 1 mostra a situação dos dez melhores e piores municípios em termos de identificação de impactos e adoção de medidas mitigadoras relacionadas à seca (IGS); onde entre os melhores municípios com melhores atuação da gestão ambiental nesta dimensão no estado do Ceará, estão respectivamente, Apuiarés, Itaira, Jaguaribe, Santa Quitéria, Araripe, Choró, Ibicuitinga, Maranguape, Orós, Acopiara.

Já os municípios com pior atividades nesta dimensão na adoção de medidas ambientais estão os municípios de Barroquinha, Caridade, Hidrolândia, Coreaú, Itapipoca, Sonolópole, Eusébio e, ainda com resultados zerados temos Fortaleza, Guaramiranga e Pacoti.

É possível identificar que os municípios com as melhores atividades voltadas nos impactos ambientais, principalmente à seca estão dispersos entre variadas regiões de planejamento não possuindo características homogêneas entre as mesmas, revelando que as providências tomadas para redução de tais efeitos são realizadas de forma pontual em cada município de forma isoladamente

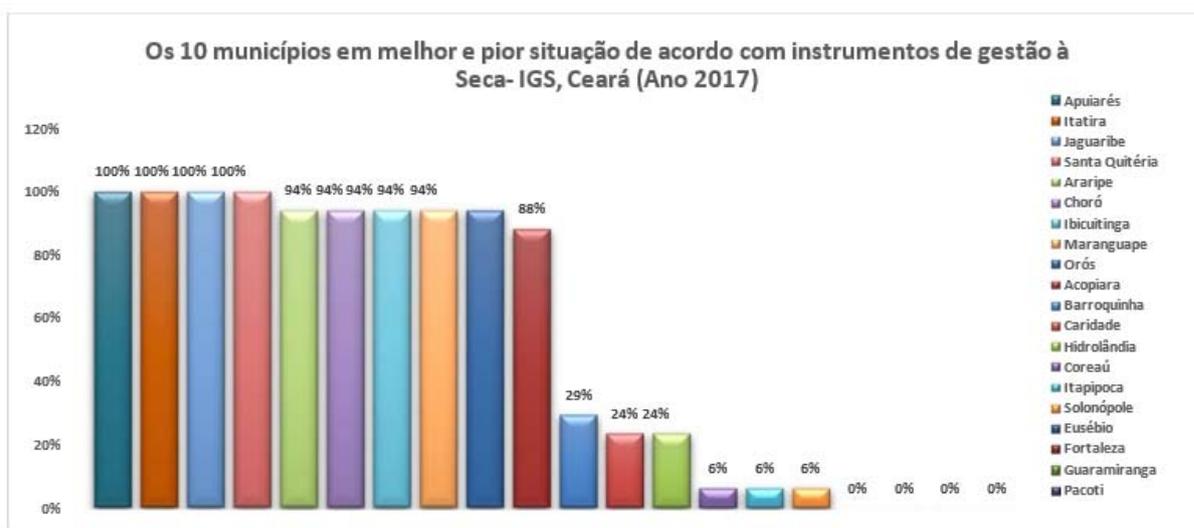


Gráfico 3 – Os 10 municípios em melhor e pior situação de acordo com instrumentos de gestão à Seca – IGS, Ceará (2017) .

Fonte: Elaboração própria a partir da pesquisa dos Municípios Brasileiros- Educação, 2019 (IBGE, 2017).

E quanto aos piores municípios se percebe pouco a zero investimento em medidas de mitigação da gestão ambiental quando os impactos são ocasionados pela seca, variando entre 29% a 0% dentre os indicadores analisados que apontam uma tomada preocupante com as questões dos recursos hídricos e os impactos adversos como o fenômeno seca.

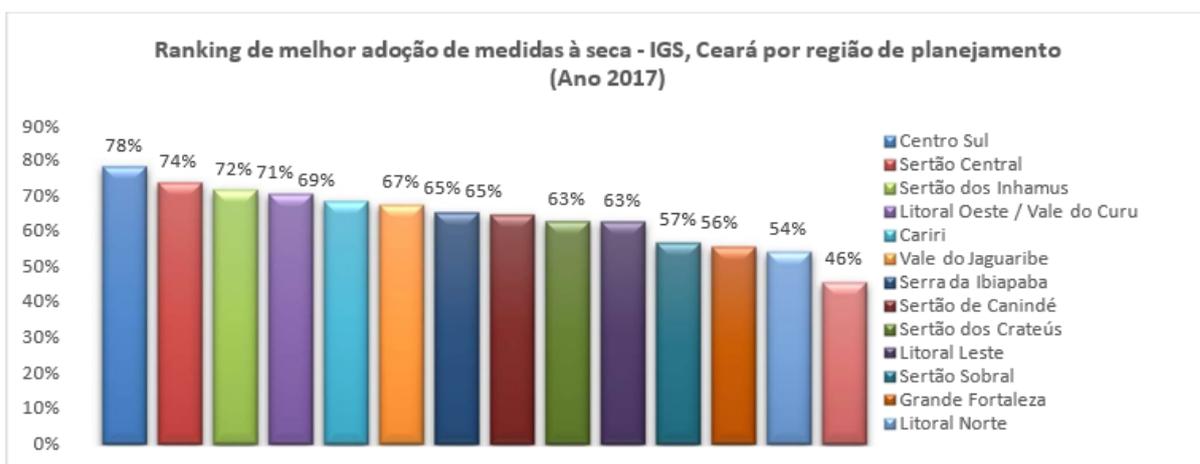


Gráfico 4 – Ranking do instrumento de gestão à Seca – IGS, Ceará, por região de planejamento (2017).

Fonte: Elaboração própria a partir da pesquisa dos Municípios Brasileiros- Educação, 2019 (IBGE, 2017).

O ranking por região de planejamento apresentado no gráfico 4 mostra um resultado positivo com relação a categorização e posicionamento das regiões do estado cearense com relação aos aspectos de adoção de medidas, na qual seu índice geral se enquadrou em 64% na

média, porém verificamos através do gráfico que existem regiões de planejamento como Centro Sul, Sertão Central, Sertão dos Inhamus, Litoral Oeste e Cariri que se posicionaram acima da média do estado.

4.3.3 Índice de Gestão Estadual - IGE

O índice de gestão estadual (IGE) se dá pela média entre os índices médio da gestão (IG) e o índice médio da gestão à seca (IGS). A tabela 5 mostra o IGE para cada região de planejamento e, para o Estado do Ceará (0,50).

Região de Planejamento	Total de Municípios	Índice Médio da Gestão - IG	Índice Médio da Gestão - IGS	Índice Médio da Gestão Estadual - IGE
Cariri	29	0,40	0,69	0,54
Centro Sul	13	0,31	0,78	0,55
Grande Fortaleza	19	0,39	0,56	0,48
Litoral Leste	6	0,35	0,63	0,49
Litoral Norte	13	0,36	0,54	0,45
Litoral Oeste / Vale do Curu	12	0,33	0,71	0,52
Maciço de Baturité	13	0,35	0,46	0,40
Serra da Ibiapaba	9	0,35	0,65	0,50
Sertão Central	13	0,28	0,74	0,51
Sertão de Canindé	6	0,31	0,65	0,48
Sertão Sobral	18	0,32	0,57	0,44
Sertão dos Crateús	13	0,41	0,63	0,52
Sertão dos Inhamus	5	0,38	0,72	0,55
Vale do Jaguaribe	15	0,43	0,67	0,55
CEARÁ	184	0,35	0,64	0,50

Tabela 5 - Índice de Gestão Estadual - IGE, por região de planejamento do Ceará (2017).

Fonte: Elaboração própria a partir da pesquisa dos Municípios Brasileiros- Educação, 2019 (IBGE, 2017).

5. CONCLUSÕES

O estudo revela considerações relevantes quanto a gestão e políticas ambientais no estado do Ceará, compreendendo que todas as regiões de planejamento possuem órgão gestor por meio de uma secretaria exclusiva ou setorial em conjunto com outras secretarias formado em sua maioria por representantes estatutários, exceto o município de Martinópolis que não apresentou nenhuma estrutura organizacional para desenvolver gestão e políticas ambientais.

Em 100% da abrangência das regiões de planejamento possuem Conselhos Municipais em meio ambiente com reuniões periódicas de 6 a 12 vezes por ano para tratativas e discussões acerca de regulamentações legislativas e instrumentos de gestão ambiental.

Com relação aos índices, se tem que o índice de gestão possui baixo desenvolvimento e os índice de adoção de medidas à seca, bem como o índice de gestão estadual encontram-se em posicionamento de médio baixo desenvolvimento em gestão. É importante salientar que o município de Solonópolis obteve um dos piores resultados tanto em índice de gestão quanto em índice de gestão à seca, ou seja, não possuindo instrumento legais e de monitoramento de gestão ambiental, principalmente voltada para os recursos hídricos, além de não adotar medidas de

combate aos efeitos provocados pela seca.

As regiões de planejamento Grande Fortaleza e Maciço de Baturité teve entre os seus municípios (Guaramiranga, Pacoti e Fortaleza) um dos piores resultados quanto ao índice de gestão à seca, corroborando com os seus 12º e 14º lugar no *ranking* do IGS, respectivamente. Tendo ainda, a Grande Fortaleza baixa gestão ambiental e apresentou 21% de seus municípios, perdas humanas no ano de seca de maior impacto, ano 2016.

Todos os municípios cearenses sofreram com a seca nos últimos quatro anos, tendo o ano de 2016, o ano com maior impacto e perdas humanas, animais, ambientais e de produção agrícola entre as regiões de planejamento. São ainda fundamentais efetivar a promoção de ações de proteção aos ecossistemas do Estado; a descentralização das ações ambientais; a capacitação dos recursos humanos; as ações de controle e monitoramento dos recursos naturais.

Para Furtado (2018), a governança para um desenvolvimento sustentável constitui-se em um sistema flexível e continuamente adaptável de alocação de decisões, controle, informação e distribuição de recursos e recompensas, envolvendo todos os tipos de atores, nos níveis local e global, para uso de elementos normativos no contexto do desenvolvimento sustentável. Assim, a governança para a sustentabilidade preocupa-se, eminentemente, com prevenção e gestão de riscos de eventos de âmbito global, os quais são alvos de levantamentos globais realizados por importantes organismos que atuam internacionalmente.

O Sertão do Inhamus é a região de planejamento que possui 100% dos seus municípios estrutura organizacional preparada e qualificada para legislar e instrumentalizar políticas de gestão ambiental, mais de 60% das cidades possuem fundo municipal ao meio ambiente e disposição de recursos financeiros específicos para serem utilizados no desenvolvimento de ações; nos *rankings* se posiciona em 5º lugar quanto ao índice de gestão e o 3º lugar no índice de gestão à seca, se classificando em médio alto desenvolvimento da gestão, estando ainda acima da média (0,55) quanto ao índice de gestão do estado. A região foi beneficiada em 100% na construção de cisternas e poços profundos e 40% em revegetação; porém mesmo com todas organização e investimentos voltados a dirimir os efeitos causado pela seca, a região dos Inhamus também foi a mais afetada quanto as perdas financeiras, animais, ambientais e de produção agrícola.

Nisso, o trabalho conclui que a região de planejamento do Sertão dos Inhamus representa a região melhor estruturada, assistida e mais beneficiada com relação à gestão ambiental voltada para políticas ambientais, principalmente a que diz respeito aos recursos

hídricos e gestão de riscos e desastres no que se refere aos efeitos da seca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, Aziz. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ALVARENGA, A.T. et al. **Histórico, fundamentos filosóficos e teórico-metodológicos da interdisciplinaridade**. In: PHILIPPI JR., A; SILVA NETO, A. (Orgs.) Interdisciplinaridade em ciência da tecnologia e inovação. Barueri, SP: Manole, 2011.

ASSIS, Dércio Nonato Chaves de; RODRIGUES, Luciana de Oliveira. **Índice de desenvolvimento Social – IDS 2012-2015**. IPECE: Copyright, 2018.

BENKO, G. **A ciência regional**. Editora Celta. Oeiras, Portugal. 1999

BJERKNES, J. Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. **Monthly Weather Review**. Boston, v.97, p. 163-172, 1969. CARVALHO, Marco Antônio Rosa de. **Normais Pluviométricos e probabilidade de safra agrícola de sequeiro no Ceará**. Fortaleza: Tipografia Íris, 2013

BHATTACHARYA Sumana, e DASS Aditi. **Vulnerability to drought, cyclones and floods in India**. Winrock International, Índia, September 2007.

CARVALHO, Marco Antônio Rosa de. **Normais Pluviométricos e probabilidade de safra agrícola de sequeiro no Ceará**. Fortaleza: Tipografia Íris, 2013.

DUARTE, R.. Seca, pobreza e políticas públicas no nordeste do Brasil. Pobreza, desigualdad social y ciudadanía. Los límites de las políticas sociales en América Latina. Clacso. Buenos Aires. 2001. 464p. Disponível em:

<<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/pobreza/duarte.pdf>>. Acesso em 01 set 2018.

FEITOSA P. H. C. et al. **Estudo comparativo das vulnerabilidades no cenário seca/desertificação em municípios do semiárido brasileiro e norte de Portugal**. IN: **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**. Mossoró – RN – Brasil, V.5, N.3, P. 01.

FREITAS, R. **Regiões metropolitanas: Uma abordagem conceitual**. **Revista Humanae**. vol. 1, nº 3, Recife: 2009.

FURTADO, João S. **Indicadores de Sustentabilidade e governança**. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, vol. 2, nº1, fev, 2009. KAHN, Ahmad Saeed; LIMA, Francisco E.; LIMA, Patrícia V. P. Sales. **Uso de indicadores em Ciências**

Econômicas, Sociais e Ambientais: Indicadores de governança voltados à políticas públicas para o desenvolvimento sustentáveis. Autores: Maria Ivoneide Vital Rodrigues, Ahmad Saeed Khan, Eliane Pinheiro de Sousa. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2018.

GARCEZ, L. N.; ALVAEZ, G. A. **Hidrologia.** 2 ed. Ver. Atual, São Paulo: Edgard Blucher, 1988 IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável.** Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

KAHN, Ahmad Saeed; LIMA, Francisco E.; LIMA, Patrícia V. P. Sales. **Uso de indicadores em Ciências Econômicas, Sociais e Ambientais: Sistemas de indicadores de bem-estar humano e ecossistêmico em comunidades rurais.** Autores: Melca Silva Rabelo, Laudemira Silva Rabelo, Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2018.

IPECE. **A Regionalização do Estado do Ceará: Uma Proposta de Reformulação.** Texto para discussão nº 25. 2006

LIMA, L. C. **Regionalização do Estado do Ceará.** In: LIMA, L. C.; MORAIS, J. O.; SOUZA, M. J. N. **Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará.** Editora FUNECE: Fortaleza, 2000.

MENDONÇA, F. **Impactos socioambientais urbanos.** Curitiba: UFPR, 2004

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodología de la investigación.** México: McGraw- Hill, 1991.

SIEDENBERG, D. R. Indicadores de desenvolvimento socioeconômico: uma síntese. **Desenvolvimento em Questão**, v. 1, n. 1, p. 45-71, 2003.

SOUZA, M.J.N. de - **Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará.** In: **Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará.** FUNECE. 2000.

WALKER, G. T. Ceará (Brazil) famines na the general air movement. **Beitrait Physic Freinen Atmosphere.** Berlim, v.14, p.88-93, 1928. CARVALHO, Marco Antônio Rosa de. **Normais Pluviométricos e probabilidade de safra agrícola de sequeiro no Ceará.** Fortaleza: Tipografia Íris, 2013.

ANEXO

	Regiões de Planejamento	Nº de municípios	Características geoambientais predominantes	Área territorial (km ²)	População - 2016 (Nº)	(%) população em relação ao Estado	Densidade demográfica (hab./km ²)	(%) urbanização	PIB (R\$ MIL) - 2014	(%) PIB região em relação ao Estado	PIB per capita-2014	% de domicílios com renda mensal per capita inferior a 1/2 S.M. - 2010
1.	Cariri	29	Domínios naturais da chapada do Araripe, sertões e serras secas.	17.390,30	1.009.678	11,26	58,06	69,46	10.102,46	8,01	10.111	59,02
2.	Centro Sul	13	Domínios naturais dos sertões, serras secas e planícies ribeirinhas	11.581,72	389.539	4,35	33,63	58,56	3.314.938	2,63	8.563	60,25
3.	Grande Fortaleza	19	Domínios naturais da planície litorânea, tabuleiros costeiros, serras úmidas e sertões	7.440,07	4.019.213	44,84	540,21	94,43	82.024.257	65,07	20.766	42,15
4.	Litoral Leste	6	Domínios naturais da planície litorânea, tabuleiros costeiros e planície ribeirinha	4.633,82	202.881	2,26	43,76	54,65	2.425.511	1,92	12.120	61,26
5.	Litoral Norte	13	Domínios naturais da planície litorânea, tabuleiros costeiros, planície litorânea, sertões e planície ribeirinha	9.335,85	395.897	4,42	42,41	54,18	2.865.856	2,27	7.339	71,24
6.	Litoral Oeste / Vale do Curu	12	Domínios naturais da planície litorânea, tabuleiros costeiros, planície litorânea, sertões e planície ribeirinha	8.889,99	391.398	4,37	44,03	56,66	3.260.209	2,59	8.477	69,19
7.	Maciço de Baturité	13	Domínios naturais das serras úmidas e secas e dos sertões	3.707,26	241.294	2,69	65,09	48,69	1.744.004	1,38	7.298	66,24
8.	Serra da Ibiapaba	9	Domínios naturais do Planalto da Ibiapaba e dos sertões	5.697,30	354.952	3,96	62,3	51,95	2.830.116	2,25	8.076	65,86
9.	Sertão Central	13	Domínios naturais dos sertões e serras secas	16.014,77	391.005	4,36	24,42	56,1	2.961.838	2,35	7.650	63,16
10.	Sertão de Canindé	6	Domínios naturais dos sertões e serras secas	9.202,52	204.395	2,29	22,27	55,82	1.291.374	1,02	6.367	68,11
11.	Sertão Sobral	18	Domínios naturais dos sertões, das serras úmidas e secas, e da planície ribeirinha	8.528,07	489.265	5,46	57,37	70,58	5.552.490	4,4	11.510	60,26
12.	Sertão dos Crateús	13	Domínios naturais dos sertões e serras secas	20.594,40	349.455	3,9	16,44	58,11	2.398.967	1,9	6.877	65,24
13.	Sertão dos Inhamus	5	Domínios naturais dos sertões	10.863,48	134.776	1,5	12,41	46,28	942.654	0,75	7.029	67,14
14.	Vale do Jaguaribe	15	Domínios naturais das planícies ribeirinhas, da chapada do Apodi, da planície litorânea, dos tabuleiros costeiros e dos sertões	15.006,77	389.375	4,34	25,95	58,61	4.339.460	3,44	11.225	57,26

Quadro 2 – Caracterização das Regiões de Planejamento do Estado do Ceará.

Fonte: IPECE, adaptado pela autora (2019).

O PODER DO VOTO COMO FATOR DETERMINANTE NA DISTRIBUIÇÃO DE RECURSOS ESTADUAIS PARA OS MUNICÍPIOS CEARENSES¹

Marcos Henrique de Carvalho Almeida*

Fabício Carneiro Linhares**

RESUMO

Esta pesquisa tem como o objetivo avaliar se as transferências voluntárias estaduais no Ceará são distribuídas de forma a privilegiar municípios que trazem um maior percentual de votos ao governo estadual no processo eleitoral. Para essa análise foram avaliados dados políticos dos municípios cearenses e dados das transferências voluntárias estaduais realizadas para os 184 municípios cearenses no período de 2009 a 2018. Os dados foram estimados utilizando o Modelo Dinâmico Linear e o Modelo Dinâmico com Efeito Threshold, onde a variável dependente utilizada foi o valor das transferências voluntárias per capita. A partir dos resultados obtidos por meio da estimação dos modelos, foi possível constatar que os municípios que propiciaram uma maior quantidade de votos ao governador foram contemplados com um volume maior de recursos oriundos de transferências voluntárias, e que em anos de eleições estaduais existe uma maior distribuição desses recursos.

ABSTRACT

This research aims to evaluate whether state voluntary transfers in Ceará are distributed in such a way as to favor municipalities that bring a higher percentage of votes to the state government in the electoral process. For this analysis, political data from the municipalities of Ceará and data from the state voluntary transfers to 184 municipalities in the period from 2009 to 2018 were evaluated. The data were estimated using the Linear Dynamic Model and the Threshold Effect Dynamic Model, where the dependent variable used was the value of voluntary transfers per capita. From the results obtained through the estimation of the models, it was possible to verify that the municipalities that provided a greater amount of votes to the

¹ Trata-se aqui de uma pesquisa acadêmica. As afirmações e opiniões não expressam o posicionamento da Controladoria e Ouvidoria Geral do Estado do Ceará e de seus servidores.

* Controladoria e Ouvidoria Geral do Estado do Ceará – CGE/CE. Email: marcoshenriqueca@gmail.com.

** Curso de Pós-graduação em Economia - CAEN. Programa de Economia Profissional – PEP. Universidade Federal do Ceará - UFC. email: flinhares@caen.ufc.br | Tel: 98787-4860.

governor were granted a larger volume of resources from voluntary transfers, and that in years of state elections there is a greater distribution of these resources.

1. INTRODUÇÃO

A partir da Constituição Federal de 1988, seguindo uma das tendências mais relevantes do processo de desenvolvimento econômico contemporâneo, o Brasil passou por um processo de ampla descentralização financeira, política e administrativa, em virtude da necessidade de se buscar maior eficácia na gestão pública, tentando-se eliminar intermediações burocráticas e melhorar a adequação da administração às demandas sociais.

Se por um lado os governos estaduais e municipais passaram a ter uma responsabilidade maior sobre a alocação de recursos oriundos de arrecadação própria e daqueles transferidos por outras esferas superiores, por outro lado esse processo de descentralização trouxe para os municípios uma maior responsabilidade na oferta de serviços públicos que antes eram de responsabilidade do poder central.

Sob essa lógica do federalismo brasileiro, as transferências intergovernamentais podem se constituir em um importante instrumento para promover um equilíbrio financeiro entre as atribuições constitucionais de um ente e as suas receitas, bem como possibilitar a diminuição das desigualdades regionais por meio do uso desses recursos em investimentos e na oferta de serviços públicos que pudessem atender as demandas da população local. As transferências de recursos entre os entes federativos têm respaldo em argumentos econômicos de equidade e eficiência, ou de centralização ou descentralização do poder político (Barbosa, 1998).

As transferências intergovernamentais são classificadas como obrigatórias, que são aquelas previstas na constituição ou em leis específicas, permitindo assim uma maior previsibilidade e planejamento por parte dos entes convenientes no que se referem as suas receitas, e as voluntárias que são aquelas formalizadas através de convênios, termos de parcerias e contratos de repasse, celebrados entre os entes da federação, com o intuito de diminuir as desigualdades regionais, possibilitando aos municípios realizarem investimentos em obras públicas, escolas, postos de saúde ou em outros projetos específicos para beneficiar a população de uma determinada localidade. As transferências voluntárias podem ser definidas como a “entrega de recursos correntes ou de capital a outro ente da Federação, a título de cooperação, auxílio ou assistência financeira, que não decorra de determinação constitucional legal” (Brasil, 2000, art.25).

Diante da necessidade constante dos municípios buscarem mais recursos para manter seu custeio bem como realizar investimentos em projetos com o intuito de melhorar a qualidade de vida da população, se torna cada vez mais necessário que os governos centrais realizem a distribuição de recursos por meio de transferências voluntárias utilizando critérios que visem à equidade social e econômica dos municípios, desconsiderando assim outros fatores que deturpem o bom uso desse mecanismo. Sendo assim, um modelo adequado do sistema de transferências de recursos governamentais se torna um mecanismo importante tanto para o equilíbrio fiscal quanto para a qualidade da intervenção do setor público na economia (Mendes, Miranda & Cosio, 2008).

Se aproveitando do caráter discricionário que as transferências voluntárias possuem, os governos centrais podem utiliza-las para outros fins, especificamente como instrumento para efetivar suas relações políticas, através da priorização da distribuição desses recursos para entes que são aliados políticos e conseqüentemente utilizar esse mecanismo como moeda de troca para conseguir uma maior quantidade de votos em um processo eleitoral. Portanto uma grande questão a ser avaliada acerca da distribuição desses recursos entre os entes federados é se fatores políticos tem um maior peso nessa distribuição em detrimento a critérios distributivos que busquem estabelecer a equidade fiscal e econômica dos municípios.

Apesar de existirem diversos fatores políticos que podem estar associados como determinantes para a distribuição de recursos por meio das transferências voluntárias, todos eles convergem para um mesmo objetivo principal, a busca por um maior apoio político e conseqüentemente uma maior possibilidade de se obter mais votos em um processo eleitoral, visto que é por meio da conquista da maioria de votos que é possível a sua manutenção no poder.

Sendo o voto o principal meio pelo qual os governantes conseguem atingir seus objetivos, principalmente os relacionados a sua manutenção no poder, é possível que os governos se utilizem de todos os mecanismos possíveis na busca por um maior apoio político, sobretudo em anos eleitorais, incluindo a distribuição de recursos por meio de transferências voluntárias. Basicamente a idéia seria “te forneço mais recurso na medida em que você consegue me trazer mais votos”.

Diante o cenário apresentado, o objetivo principal deste trabalho é avaliar se os municípios cearenses que propiciaram uma maior votação ao governo estadual foram contemplados com um volume maior de recursos oriundos de transferências voluntárias estaduais. Para essa análise foi utilizado um Painel Dinâmico, por meio de um Modelo

Dinâmico Linear e um Modelo Dinâmico com Efeito Threshold, utilizando dados políticos dos municípios cearenses e dados das transferências voluntárias estaduais realizadas no período de 2009 a 2018, período esse em que o governo do estado do Ceará vem sendo gerido por um mesmo grupo político e que vem conseguindo se manter no poder por um longo período de tempo.

Além dessa seção introdutória esse artigo conterá uma revisão de literatura, a análise descritiva, o procedimento metodológico adotado, os resultados obtidos e as considerações finais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Essa seção aborda alguns estudos nacionais e internacionais que destacam a influência política como fator determinante no repasse de recursos entre os entes de uma federação através do uso de transferências intergovernamentais.

No que se refere ao uso das transferências voluntárias pelos governantes como meio para garantir sucesso no processo eleitoral, Arretche e Rodden (2004) avaliaram a influência política para a realização de transferências intergovernamentais da união para os municípios brasileiros, tendo com uma das hipóteses levantadas o uso das transferências voluntárias como instrumento para se obter sucesso no período eleitoral. Os resultados apontaram que o volume de transferências voluntárias da união realizadas em anos eleitorais é significativamente maior do que o volume transferido em anos onde não há eleição, o que sugere a distribuição de recursos em maior escala nesse período para conseguir apoio político e conseqüentemente um maior número de votos, bem como melhorar a economia através da injeção de recursos, fornecendo ao eleitor a sensação de otimismo quanto ao desempenho do governo.

Um outro fato relevante apontado nesse estudo, é que mesmo não sendo possível constatar o favorecimento na distribuição dos recursos para estados em que os governadores são do mesmo partido ou coligação partidária do presidente, foi constatado um maior volume de recursos distribuídos para estados que proporcionaram um maior apoio político ao presidente da república nas eleições de 1994 e 1998, sugerindo assim que o fator eleitoral é determinante para que entes recebam mais recursos, tornando claro que a aliança partidária entre os governantes dos entes concedente e conveniente se torna menos importante do que o apoio político para um melhor resultado eleitoral conquistado em um determinado estado.

Ainda sob essa perspectiva de avaliar uma maior distribuição de recursos de transferências voluntárias para entes que possibilitam um maior apoio político em um processo

eleitoral, Soares e Melo (2016) examinaram as transferências voluntárias da União para os municípios brasileiros entre 1995 e 2010, tendo como uma de suas hipóteses avaliar se municípios que propiciaram uma maior votação ao presidente foram contemplados com um volume maior de recursos de transferências voluntárias da união. Uma outra hipótese avaliada no estudo diz respeito a afinidade partidária entre o presidente e os governadores, avaliando se os governadores do mesmo partido ou coligação partidária do presidente foram contemplados com mais recursos.

Para testar as hipóteses foi utilizado o método estatístico de regressão múltipla onde a variável dependente utilizada foi o volume de recursos de Transferência Voluntárias da União Per Capita recebidos pelos municípios brasileiros em um determinado ano da série temporal analisada, o que corresponde aos valores empenhados dos convênios.

Os resultados desse estudo apontaram que fatores políticos interferem na distribuição de transferências voluntárias aos municípios, visto que os municípios que mais receberam recursos foram os que tinham propiciado uma maior quantidade de votos para o presidente na última eleição presidencial, bem como aqueles que tinham governadores da mesma base aliada do presidente.

Neto e Simonassi (2013) avaliaram variáveis políticas e econômicas para investigar os fatores que determinaram a distribuição de recursos por meio de transferências intergovernamentais no período de 1985 a 2004 para 24 estados brasileiros. Nesse estudo foi utilizado um modelo econométrico com dados em painel, onde os dados das finanças públicas estaduais foram obtidos do repositório de dados da Secretaria do Tesouro Nacional e as informações políticas foram obtidas dos repositórios de dados dos Tribunais Regionais Eleitorais. Os resultados desse estudo permitiram diagnosticar que os objetivos políticos são mais relevantes aos critérios de equidade, onde níveis mais elevados de transferência são associados à composição partidário-estadual das coalizações governativas. Observou-se uma tendência à manutenção das desigualdades inter-regionais no Brasil, uma vez que a distribuição dos recursos aos estados parece ser definida muito mais pela força política do que por critérios para redução das desigualdades, bem como beneficiamento da população local.

Ciribeli, Miquelito e Massardi (2015) verificaram as transferências voluntárias realizadas pela União aos municípios do estado de Minas Gerais, e as transferências voluntárias realizadas pelo estado de Minas Gerais aos seus municípios, considerando apenas os municípios que eram da coligação partidária pertencentes ao Partido dos Trabalhadores – PT e ao Partido da Social Democracia Brasileira – PSDB, no período de 2009 a 2012, período esse onde o

presidente da república pertencia ao PT, e o governador do estado de Minas Gerais pertencia ao PSDB, partidos de diferentes ideologias políticas. O objetivo desse estudo foi avaliar se os municípios que possuíam vinculação partidária com o presidente da república receberam um maior volume de recursos oriundos da união e se os municípios que possuíam uma vinculação partidária com o governador receberam mais recursos oriundos do estado. Para realizar esse estudo foi realizada uma análise exploratória de dados, onde os resultados demonstraram que o fator político foi determinante na distribuição desses recursos, visto que os municípios que receberam mais recursos da União foram os que os prefeitos eram do mesmo partido ou da mesma base aliada do presidente da república, e os municípios que receberam mais recursos do estado foram os que os prefeitos eram do mesmo partido ou da mesma base aliada do partido do governador do estado.

Marciniuk (2016) investigou empiricamente se há uma distribuição mais favorável das transferências voluntárias federais para os municípios cujo partido do prefeito possui identidade partidária com partidos que possuem influência política no município. Por meio do uso de estatística descritiva, os resultados sugerem a existência de um favorecimento na distribuição desses recursos para municípios onde os prefeitos possuem relação partidária com partidos que tem influência política na distribuição dos recursos, através da relação entre o poder executivo local e o poder legislativo federal.

Os resultados desse estudo apontam que os partidos políticos são atores chave no processo de direcionamento dessas transferências, principalmente no poder concedido aos parlamentares na determinação das políticas públicas subnacionais.

Moutinho e Kniess (2017), buscaram identificar a relação entre o volume de transferências voluntárias da união aos municípios brasileiros com o alinhamento partidário dos prefeitos desses municípios, assim como aqueles que possuem uma maior quantidade de eleitores. A pesquisa se limitou ao ano de 2012, onde foram realizadas eleições municipais. A unidade metodológica adotada para este estudo encontra seu fundamento no método hipotético-dedutivo, por meio de uma abordagem fundamentalmente quantitativa utilizando método de pesquisa documental. Uma vez coletadas as informações das bases de dados, o próximo passo consistiu na técnica de avaliação quantitativa, contando com realização de teste de hipótese, na tentativa de se associar as variáveis presentes no ambiente do estudo. Como resultado desse estudo observou-se que existiu uma forte correlação entre o volume de transferências voluntárias realizadas pelo governo federal para os municípios de prefeitos da mesma base aliada do governo federal, indicando assim a possibilidade de existência de discricionariedade

partidária. Outro resultado observado foi que os municípios que possuíam uma maior quantidade de eleitores foram beneficiados com um volume maior de recursos oriundos dessas transferências.

Miranda (2017) analisou as transferências voluntárias realizadas pelo estado de Minas Gerais para os seus municípios no período de 2000 a 2012, para avaliar condicionantes políticos, distributivos e técnicos para a distribuição desses recursos entre os municípios. Os resultados desse estudo apontaram que a aliança política entre o prefeito e o governador influenciam o volume de recursos distribuídos por meio de transferências voluntárias. Outro resultado obtido na pesquisa é que em anos eleitorais o volume transferido é maior, o que reforça a teoria dos Ciclos Políticos, que segundo Nordhaus (1975), os políticos manipulam os mecanismos da política econômica com o objetivo de estabelecer um cenário que os favoreçam na eleição.

Estudos internacionais também apontam em seus resultados que a influência política é determinante para a distribuição de recursos entre um governo central e os governos locais, mesmo que em alguns casos existam regras distintas que regulem essas transferências.

Existem diversos registros na literatura que demonstram que esse mecanismo político em distribuir recursos para governos locais em troca de conquistar objetivos eleitorais, já vem sendo utilizado pelos governos centrais ao longo dos anos, é o que podemos observar por meio da pesquisa realizada por Wallis (1996), que estudou os fatores motivadores por trás da alocação de subsídios federais para os estados nos Estados Unidos de 1932-1982. Nesse estudo diversas variáveis políticas são incluídas como potenciais variáveis explicativas, incluindo o percentual de votos em apoio ao presidente. Outras variáveis dependentes incluídas na análise é a renda per capita real, a composição racial dos estados e a taxa de urbanização. Os resultados desse estudo confirmaram a hipótese de que alguns efeitos políticos, como a representatividade no Congresso e no Senado, foram determinantes na distribuição de subsídios federais para estados americanos, porém não foi possível constatar que o presidente recompensava com mais doações os estados em que o partido do presidente havia tido um maior percentual de votos em eleições anteriores.

Dollery e Worthington (1998) também buscaram avaliar se as doações intergovernamentais australianas foram motivadas por fatores políticos para comprar capital político e conseqüentemente maximizar as chances do governo federal em conseguir a reeleição. Dentre as variáveis políticas analisadas, o número de assentos federais de um estado e a incidência de eleições federais se mostraram significantes para a distribuição dessas doações

entre os estados australianos e foram determinantes para que esses estados recebessem um volume maior de doações.

Boex e Vasquez (2005) procuram verificar se os determinantes para a distribuição de recursos de um governo central para governos locais incluem questões normativas e políticas. Para isso foi realizada uma comparação entre doze estudos empíricos de diferentes países, buscado avaliar três vertentes que podem afetar a distribuição de recursos de um governo central para os governos locais, a primeira se refere a questões normativas que regulam a distribuição a fim de melhorar a alocação eficiente e equitativa de recursos, a segunda se refere a como mecanismos eleitorais podem influenciar as escolhas dos políticos do governo central na distribuição de recursos em resposta as demandas dos eleitores por serviços públicos, e a terceira se refere a aspectos políticos não eleitorais. Na esfera política o estudo sugere que políticos maximizam a chance de serem reeleitos adotando medidas que possam satisfazer a maioria da população eleitora, e dentre essas medidas, está a distribuição de recursos financeiros para governos locais principalmente para localidades em que possuem uma maior quantidade de eleitores, e conseqüentemente podem obter uma maior votação no processo eleitoral.

Porto e Sanguinetti (2001) exploram os determinantes políticos na alocação de subsídios federais nos estados da Argentina. Para esse estudo foram utilizados dados das décadas de 1960 a 1990, onde foi construído um modelo em painel com 88 observações a partir de 22 províncias e 4 anos, um ano para cada década. A variável dependente utilizada foi o volume de transferências per capita. Os resultados sugerem a hipótese de que a representação política no Congresso Nacional tem sido uma variável chave na distribuição de transferências intergovernamentais entre as províncias argentinas.

Khemani (2003) avaliou o impacto das variáveis políticas nos diferentes tipos de transferências intergovernamentais para os estados da federação indiana. O estudo foi baseado no período de 1972 a 1995, utilizando os 15 principais estados indianos dos 26 existentes, visto que esses representavam aproximadamente 95% da população total do país. Os resultados evidenciaram que quando os agentes políticos têm poder para realizar a distribuição de recursos entre os estados, a distribuição é influenciada por determinantes políticos, principalmente em se obter um número maior de assentos na legislatura nacional. Já o efeito político nas transferências determinadas por agentes independentes sob autoridade constitucional, é contrário ao efeito político nas transferências discricionárias. Essa evidência sugere que as

transferências baseadas em regras constitucionais podem ser utilizadas pelos órgãos estatutários para balancear os efeitos políticos utilizados nas transferências discricionárias.

Caldeira (2011) avaliou se motivadores políticos se sobrepõem a princípios de equidade para a distribuição de subsídios intergovernamentais entre o governo central e 67 governos locais de Senegal durante o período de 1997 a 2009, e dentre os resultados obtidos, chamou a atenção o fato de que comunidades que possuem maiores representações eleitorais recebem um valor maior de subsídios, o que sugere uma maior distribuição de recursos para comunidades que possuem uma maior quantidade de eleitores, constatando assim que fatores eleitorais são determinantes para que determinadas comunidades recebam mais recursos.

Cosano, Penas e Vaquero (2014) avaliaram os determinantes políticos na distribuição de recursos por meio das negociações periódicas dos acordos de financiamento intergovernamental, e na distribuição regional de subsídios discricionários nas regiões espanholas. No que se refere as negociações periódicas no sistema de financiamento regional foram analisados os dados de 15 comunidades autônomas para os períodos 1986 a 1996 e 2002 a 2013. Já na distribuição dos subsídios discricionários foram avaliadas 17 comunidades autônomas no período de 1986 a 2001. Como resultado desse estudo observou-se que as transferências intergovernamentais são utilizadas como estratégias para ganhar os governos locais com o objetivo de maximizar as chances de vitória em eleições nacionais através da mobilização de eleitores dessas regiões.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Essa seção tem como objetivo apresentar a metodologia adotada para este trabalho, descrevendo a base de dados utilizada na pesquisa, a análise descritiva acerca dos dados obtidos, e a apresentação dos modelos econométricos utilizados para obtenção dos resultados, que serão apresentados na seção 4, e servirão de base para constatação das hipóteses levantadas.

3.1 Base de Dados

Este trabalho busca avaliar se fatores políticos, sobretudo os relacionados a questões eleitorais, são determinantes para que as transferências voluntárias sejam distribuídas de modo a favorecer os municípios cearenses que possibilitaram uma votação mais expressiva ao governador em períodos eleitorais, no período de 2009 até 2018.

Os dados relativos às transferências voluntárias estaduais, que contemplam os Convênios, Termos de Parceria, Termos de Ajuste, Termos de Colaboração e Termos de

Cooperação, foram obtidos através do repositório de dados da Controladoria e Ouvidoria Geral do Estado do Ceará (CGE/CE).

Os dados relativos às variáveis políticas como percentual de votos, partido e coligação partidária dos prefeitos dos municípios cearenses, foram obtidos no repositório de dados do Tribunal Superior Eleitoral (TSE).

Os dados relativos a indicadores e características dos municípios como o Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM), PIB per capita e Receita Tributária, foram coletados no repositório de dados do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE).

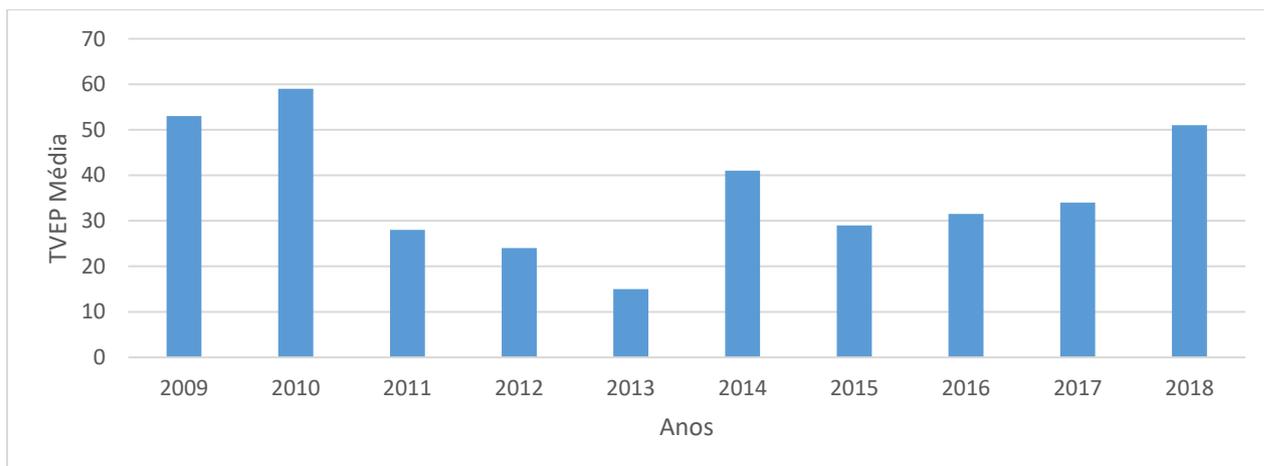
3.2 Ciclo Político

O incremento nos investimentos, associado à adoção de medidas fiscais que visem melhorar a economia de um governo em anos de eleição é um modelo que vem sendo objeto de estudo por diversos pesquisadores com o intuito de avaliar se os governantes se utilizam desse artifício para proporcionar ao eleitor uma sensação de evolução administrativa no governo em momentos próximo a eleição e assim maximizar as suas chances de atingirem seus objetivos no processo eleitoral.

Um dos primeiros trabalhos que buscou entender essa prática foi Nordhaus (1975), que estudou o efeito econômico no ano de uma eleição, onde de acordo com o modelo utilizado no estudo foi observado que os políticos tomam medidas fiscais e monetárias para melhorar a economia e conseqüentemente diminuir o desemprego, visando principalmente agradar o eleitor e ter sucesso nas urnas, porém sem se preocupar nos impactos a médio e longo prazo que essas medidas podem causar.

Compatível com a análise realizada por Nordhaus, a partir dos dados levantados neste estudo, pôde-se observar que o valor médio das transferências voluntárias estaduais per capita dos municípios cearenses sofreu variações ao longo do tempo, além de ser possível constatar que em anos de eleição estadual, 2010, 2014 e 2018, há um aumento significativo no valor médio dessas transferências se comparado com anos onde não há eleição estadual, conforme pode ser verificado no gráfico a seguir:

Gráfico 1 - Valor médio das TVEP realizadas para os municípios cearenses



Fonte: Portal Ceará Transparente.

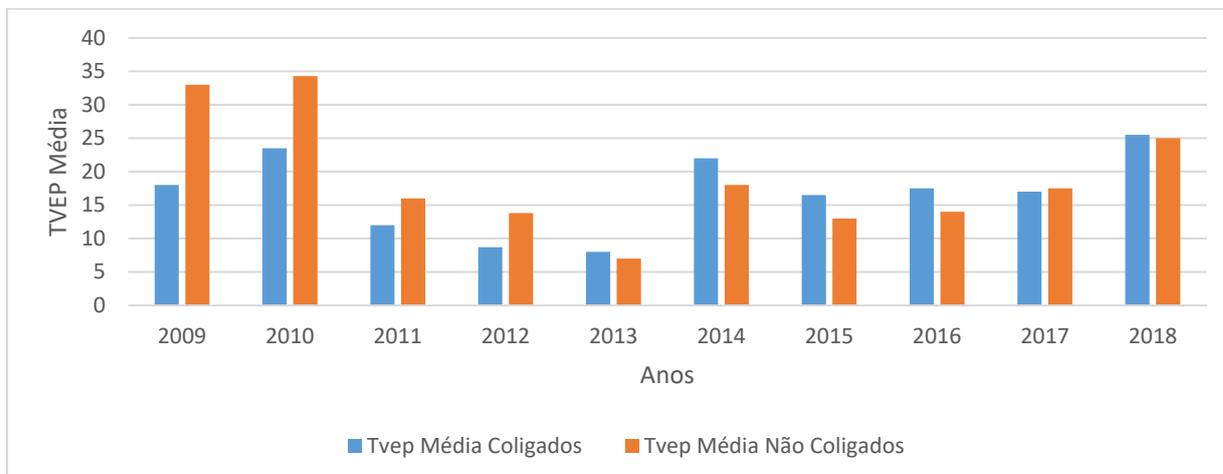
É importante destacar que essa forte tendência de crescimento na distribuição de recursos através das transferências voluntárias nos anos em que ocorreram eleições estaduais, sugere o uso desse mecanismo pelos governantes com o objetivo de fortalecer suas relações políticas em busca de apoio político para a eleição, bem como fornecer ao eleitor a percepção de estabilidade econômica e a capacidade de investimento do estado, o que possibilita a maximização de seus votos.

Outro aspecto que torna ainda mais evidente esse aumento no volume transferido em anos eleitorais, é que no período eleitoral, que geralmente dura em torno de 90 dias, dependendo da necessidade de ocorrer segundo turno, é vedada a realização de transferências voluntárias estaduais para os municípios cearenses, o que torna a dimensão do aumento, nesse período, ainda mais significativo visto que em apenas 9 meses o volume transferido é maior do que nos anos onde não há essa vedação.

3.3 Afinidade Partidária

Se por um lado o ano de eleição demonstrou ser relevante para um aumento na distribuição das transferências voluntárias estaduais, por outro, a aliança partidária entre prefeitos e governador não demonstrou ter relação direta com o volume transferido para os municípios, visto que em alguns anos, os municípios onde os prefeitos eram da mesma coligação partidária do governador demonstraram receber um valor médio de transferências inferior ao valor médio recebido pelos municípios onde os prefeitos não eram coligados ao governador, conforme se pode observar no gráfico a seguir:

Gráfico 2 - Valor médio das TVEP realizadas para os municípios cearenses observando a afinidade partidária entre prefeitura e governo



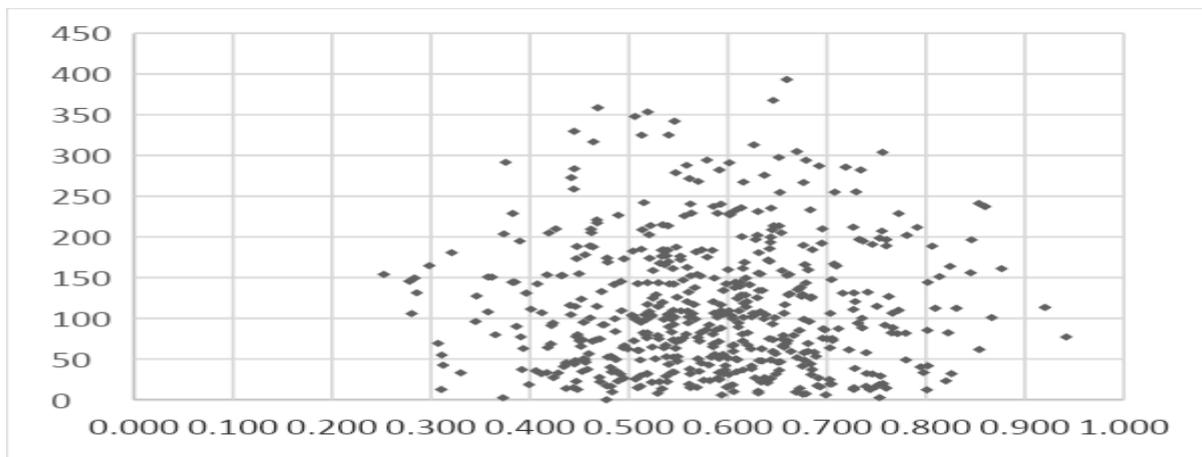
Fonte: Portal Ceará Transparente.

3.4 A Relação Entre o Voto e as Transferências Voluntárias

No que se refere ao percentual de votos obtidos pelos governadores eleitos nas três eleições estaduais realizadas no período do estudo, foi observado um percentual elevado de votos para a grande maioria dos municípios, porém também não foi possível associar esse percentual ao volume de transferências voluntárias que cada município recebeu no período, para constatar um possível beneficiamento aos municípios que concederam um maior percentual de votos ao governador eleito.

Ratificando essa análise, no gráfico abaixo é possível verificar a dispersão entre o percentual de votos obtidos pelo governador em cada município em relação a soma das transferências voluntárias recebidas pelos municípios antes da eleição, onde se pode observar que não há indicativo da relação entre o aumento de número de votos com o aumento do valor recebido em transferências voluntárias pelos municípios, sendo assim, não é possível constatar que os municípios que foram beneficiados com mais transferências voluntárias antes do período eleitoral propiciaram ao governador eleito um maior percentual de votos.

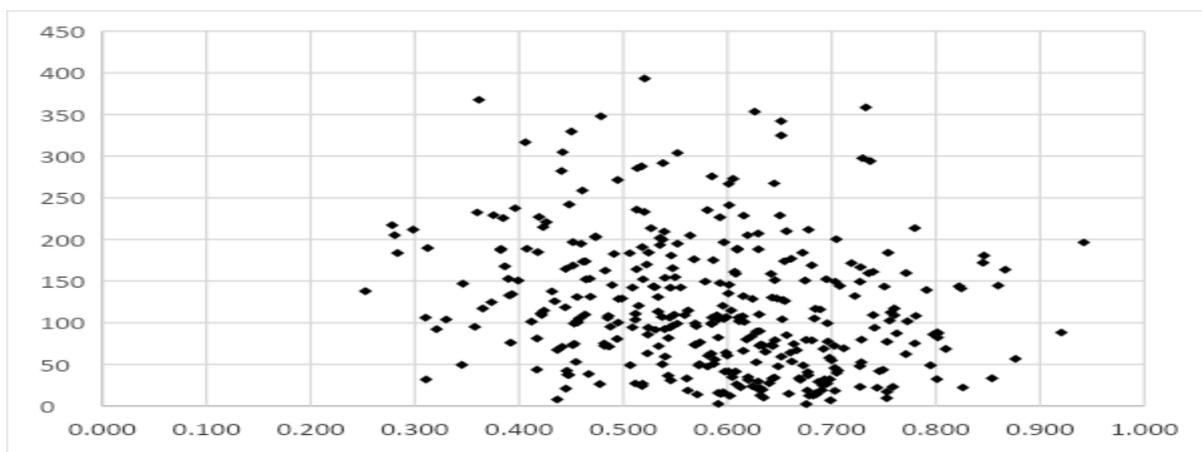
Gráfico 3 - Dispersão entre o % de votos e a soma das transferências recebidas em anos anteriores a eleição



Fonte: Portal Ceará Transparente e TSE.

Avaliando essa dispersão entre votos e transferências voluntárias sob outra perspectiva, considerando a soma das transferências voluntárias estaduais nos anos seguintes as eleições, para avaliar se os municípios que propiciaram uma maior quantidade de votos ao governador foram recompensados com mais transferências voluntárias nos anos seguintes a eleição, assim como na análise anterior, não foi possível identificar qualquer relação do recebimento desses recursos por parte dos municípios com o percentual de votos obtidos na eleição anterior, conforme é demonstrado no gráfico a seguir:

Gráfico 4 - Dispersão entre o % de votos e a soma das transferências recebidas em anos após a eleição



Fonte: Portal Ceará Transparente e TSE.

3.5 Modelo Econométrico

Para se obter os resultados que permitissem avaliar as questões levantadas por esta pesquisa, foram estimadas duas equações econométricas a partir de um Painel Dinâmico, conforme será detalhado a seguir.

3.5.1 Modelo Dinâmico Linear

Abaixo segue a equação elaborada para a obtenção dos resultados a partir de um Modelo Dinâmico Linear.

$$TVEP_{it} = a_i + \varphi.TVEP_{it-1} + \sum \beta_j.X_{jit} + \sum \gamma_\ell.W_{\ell it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Assim como realizado em alguns estudos descritos na revisão de literatura, como por exemplo Porto e Sanguinetti (2001) e Soares e Melo (2016), a variável dependente utilizada neste estudo, representada por *TVEP*, indica o valor das transferências voluntárias per capita.

A variável defasada $TVEP_{it-1}$, busca verificar se o volume de transferências voluntárias realizadas no período anterior é determinante para a distribuição de transferências voluntárias no período corrente.

O somatório de *W ℓ* representa o conjunto de variáveis políticas que buscam avaliar se a distribuição dos recursos estaduais entre os municípios é determinada por fatores políticos, sobretudo, se essa distribuição está relacionada com a intenção do governo estadual em permanecer no poder, se utilizando das transferências para conquistar mais votos, recompensar municípios e favorecer aliados políticos.

Dentre as variáveis políticas utilizadas, é importante destacar a variável *pvm* que indica o percentual de votos que o governador teve no município. Essa variável busca avaliar se os municípios que propiciaram um maior percentual de votação ao governador foram contemplados com um volume maior de recursos, e a expectativa é que ela tenha um efeito positivo sobre as transferências voluntárias, o que constataria um favorecimento a esses municípios, confirmando uma das hipóteses levantadas por Soares e Melo (2016) que utilizaram essa mesma variável, porém avaliando transferências voluntárias da união para os municípios brasileiros e o percentual de votos que o presidente teve nesses municípios.

Outras variáveis políticas utilizadas buscam avaliar se a afinidade política entre o governador e os prefeitos dos municípios são determinantes para a distribuição dos recursos, o objetivo seria avaliar se existe um favorecimento para aliados políticos observando os municípios em que os prefeitos são do mesmo partido do governador e os municípios em que

os prefeitos são da mesma coligação partidária do governador, assim como foi estudado por Ciribeli, Miquelito e Massardi (2015), que constataram um efeito positivo nas transferências para municípios com essas características.

Ainda na dimensão política, outras variáveis importantes que serão avaliadas, são as relacionadas ao anos eleitorais, sejam estaduais ou municipais, para avaliar se esse período é determinante para que exista uma maior distribuição de recursos entre os municípios, confirmando a teoria dos ciclos políticos apontada por Nordhaus (1975), assim como foi estudado por Arretche e Rodden (2004) nas transferências voluntárias da união para os municípios brasileiros, por Miranda (2017) nas transferências estaduais de Minas Gerais para os seus municípios, e por Dollery e Worthington (1998) nas doações que o governo Australiano fez aos seus estados, onde em todos esses estudos se observou um efeito positivo na distribuição de recursos em anos de eleição. Além das variáveis políticas, foram utilizadas outras variáveis de controle que estão contempladas em X_j representando o conjunto de características e indicadores municipais, como o PIB per capita, Índice de Desenvolvimento Municipal – IDM e Receita Tributária. Assim como foi estudado por Soares e Melo (2016), que além de condicionantes políticos, também avaliaram condicionantes técnicos e distributivos para as transferências voluntárias, essas variáveis de controle buscam avaliar o grau de influência que esses indicadores têm na distribuição dos recursos, visto que esses indicadores podem ser relevantes na priorização dessa distribuição visando estabelecer um maior equilíbrio econômico entre os municípios. Vale ressaltar que essas variáveis serão selecionadas pela sua significância estatística.

3.5.2 Modelo Dinâmico com Efeito Threshold

O Modelo com Efeito Threshold proposto por Hansen (1999) tem sido utilizado em diversas pesquisas, pois permite avaliar o efeito assimétrico de variáveis exógenas dependendo da variável limiar, porém é necessário que as variáveis sejam fortemente exógenas para que essa estimação seja consistente. Seo e Shin (2016) evoluíram esse modelo, até então estático, para painéis dinâmicos adotando uma variável limiar fortemente endógena, permitindo assim a adoção de variáveis dependentes defasadas e covariáveis endógenas.

O Modelo Dinâmico com Efeito Threshold é dado por:

$$Y_{it} = X_{it}\beta + \mathbf{1}(X_{it})\varphi\mathbf{1}\{q_{it} > y\} + u_i + \varepsilon_{it}, i = 1, \dots, n, t = 1, \dots, T, \quad (2)$$

Onde X_{it} pode incluir variáveis com defasagem e q_{it} é a variável limiar adotada, o valor T é fixo e o tamanho da amostra n cresce até o infinito.

O uso desse modelo neste estudo se justifica, pois, o objetivo principal deste estudo é avaliar se o percentual de votos obtido pelo governador nos municípios tem influência sobre as transferências de forma não linear, pois é possível que sua influência seja diferenciada a partir de um determinado ponto que garanta a vitória do governador naquele município.

Abaixo segue a equação elaborada para a estimação desse modelo:

$$TVEP_{it} = a_i + \varphi.TVEP_{it-1} + \sum \beta_j.X_{jit} + \sum y_{\ell}.W_{\ell it} + y_{\ell}.W_{\ell} + \varepsilon_{it}, \quad (3)$$

onde $y_{\ell}(q_{it} - \tau, \tau)W_{\ell} = PVM_{it}$.

As variáveis contempladas em X_j e W_{ℓ} foram as mesmas descritas no Modelo Dinâmico Linear, porém o objetivo desse modelo é avaliar se existe um efeito positivo na distribuição das transferências voluntárias a partir de um determinado percentual de votos obtidos pelo governador, representando uma espécie de recompensa para os municípios que proporcionaram uma maior votação ao governador no período.

4. RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os resultados estimados para os Modelo Dinâmico Linear e Modelo Dinâmico com Efeito Threshold, considerando o nível de significância em 5%.

Tabela 1 - Estimação do Modelo Dinâmico Linear

Variável	Coef.	P
Tvep(t-1)	0.389	0.000
Pvm	42.250	0.000
Idm	-0.450	0.000
Aee	16.918	0.000
Aec	8.677	0.087
Aem	2.343	0.324
Amc	-4.363	0.314
Pmc	12.864	0.242
Pvc	-23.361	0.218
Observações		1656

De acordo com o resultado da estimação da equação é possível observar que a variável dinâmica $tvep(t-1)$, que busca avaliar se o volume de transferências voluntárias distribuído no período anterior impacta no volume distribuído no período corrente, é estatisticamente significativa e possui efeito positivo, o que sugere um aumento contínuo no volume de transferências voluntárias distribuídos ao longo do período.

Assim como a pesquisa realizada por Soares e Melo (2016), onde foi constatado que os entes que propiciam mais votos ao governo central são contemplados com um volume maior de recursos de transferências voluntárias, pode-se observar que a variável *pvm*, que representa o percentual de votos obtidos pelo governador nos municípios cearenses foi estatisticamente significativa e teve influência positiva no volume distribuído em transferências voluntárias estaduais, onde a cada 1 ponto percentual de votos obtidos pelo governador no município acarreta em um aumento por volta de R\$0,42 no valor das transferências voluntárias *per capita*, o que demonstra que o aumento no percentual de votos obtidos pelo governador no município gera um volume maior de transferências voluntárias recebidas pelo município.

Outro aspecto relevante a ser destacado, agora sob uma perspectiva técnica, é que a variável *idm* que representa o Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM), se mostrou estatisticamente significativa e com efeito negativo, demonstrando ser inversamente proporcional ao volume de recursos transferidos, ou seja, quanto menor o índice mais recurso o município recebe, o que se mostra coerente com uma estratégia distributiva desses recursos para equilibrar as condições econômicas entre os municípios.

A variável *aee* que indica se é um ano de eleição estadual também se mostrou estatisticamente significativa com efeito positivo, onde se observou que em anos de eleição estadual há um aumento de R\$16,91 no valor das transferências voluntárias *per capita*, diferentemente da variável *aem*, que representa o ano de eleição municipal, que não se mostrou estatisticamente significativa para a análise. Esse resultado é aderente aos resultados apresentados por Miranda (2017), Arretche e Rodden (2004) e Dollery e Worthington (1998), que reforçam a teoria dos ciclos políticos indicando a existência no aumento de gastos dos governos em anos eleitorais para maximizar as possibilidades de sucesso na eleição, visto que com a injeção de recursos há uma melhora na economia local, provocando ao eleitor a sensação de melhoria na gestão pública.

A variável *pmc* que indica se o prefeito é da mesma coligação partidária do governador não se mostrou estatisticamente significativa, dessa forma não é possível sugerir, para a análise em questão, que os municípios onde o prefeito é da mesma coligação partidária do governador são beneficiados com um maior volume de transferências voluntárias, portanto não foi possível confirmar a hipótese levantada por Ciribeli, Miquelito e Massardi (2015), que constaram uma distribuição maior de recursos para os municípios mineiros onde o prefeito era da mesma coligação partidária do governador do estado.

Em anos de eleição, tanto estadual como municipal, também não é possível sugerir uma maior distribuição dos recursos oriundos das transferências estaduais para municípios cearenses onde o prefeito é de um partido coligado ao governador, visto que as variáveis *aec* e *amc* não foram estatisticamente significantes.

As Tabelas 2 e 3 apresentam os resultados estimados para o Modelo Dinâmico com Efeito Threshold, considerando o nível de significância em 5%.

Tabela 2 - Estimação do Modelo Dinâmico com Efeito Threshold

Variável	Coef.	P
Lag_y_b	0.230	0.000
Idm	-0.202	0.355
Aee	17.420	0.000
Aec	3.936	0.098
Aem	4.063	0.001
Amc	4.846	0.014
Pmc	4.741	0.386
Pvc	-12.283	0.209
T	0.512	0.000

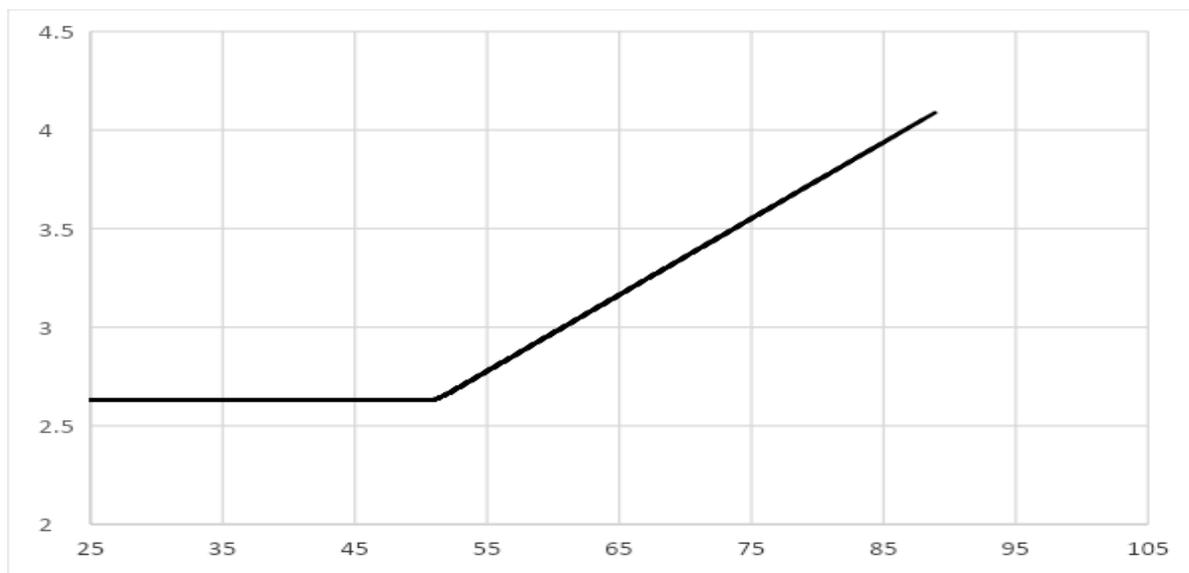
$\tau = 0.512$ (51,2%)

Tabela 3 – Estimação de Coeficiente Angular

Variável	Coef.	P
γ	2.632	0.035
Σ	3.872	0.001

No que se refere a variável limiar τ , foi observado que ela foi estatisticamente significativa, onde foi verificado que a partir do valor de 51,2% dos votos há um movimento crescente no volume de transferências voluntárias, número esse que é bem próximo ao percentual necessário para se confirmar a vitória de um candidato em um processo eleitoral. O gráfico abaixo demonstra a evolução das transferências voluntárias a partir do valor estabelecido pela variável τ :

Gráfico 5 – Efeito no volume de transferências voluntárias por percentual de voto recebido



Esse resultado é bem relevante para o estudo visto que o valor de 51,2% é bem próximo do valor que indica a maioria de votos para garantir a eleição, e confirmam o efeito positivo na distribuição de mais transferências voluntárias para municípios que garantem a vitória eleitoral ao governador.

Diferentemente do modelo anterior, a variável *idm*, que demonstra se o Índice de Desenvolvimento Municipal tem influência na distribuição das transferências voluntárias estaduais para os municípios, não foi significativa o que não permite a realização de nenhuma análise sobre esse aspecto.

Assim como nos resultados apresentados pela estimação do Modelo Dinâmico Linear, nos resultados demonstrados pelo Modelo Dinâmico com Efeito Threshold a variável *aee* se mostrou estatisticamente significativa e com efeito positivo, demonstrando que em anos de eleição estadual ocorre um aumento no valor das transferências voluntárias estaduais *per capita* em R\$17,42, o que reforça a constatação da teoria relacionada aos ciclos políticos já discutida anteriormente.

Diferentemente do que foi obtido no resultado apresentado no Modelo anterior a variável *aem* se mostrou estatisticamente significativa e com efeito positivo, o que sugere que em anos de eleição municipal ocorre um aumento na ordem de R\$4,06 no valor das transferências voluntárias estaduais *per capita*.

Outro ponto relevante que pode ser observado nos resultados obtidos, é que a variável *amc*, que procura demonstrar se há um aumento no volume de transferências distribuídas para

os prefeitos que são da mesma coligação do governador, em anos de eleição municipal, se mostrou estatisticamente significativa e positiva, indicando que em anos de eleição municipal os prefeitos da base aliada ao governo recebem um maior volume de transferências voluntárias, o que sugere um favorecimento a essas prefeituras para a inserção de uma maior quantidade de recursos na economia local e assim maximizar as chances de sucesso no processo eleitoral para esses prefeitos.

Dessa forma, os resultados apresentados nos dois modelos sugerem que o percentual de votos obtidos pelo governador nos municípios cearenses tem um efeito positivo no volume de transferências voluntárias estaduais distribuídas para os municípios cearenses, ou seja, quanto mais voto o governador obtiver no município, maior será o volume de recursos recebidos por aquele município, constatação essa aderente ao que foi obtido como resultado na pesquisa realizada por Soares e Melo (2016) que também avaliaram o voto como determinante na distribuição de transferências voluntárias.

O ano de eleição estadual também se mostrou relevante na análise, visto que em anos de eleição estadual há um aumento nos recursos distribuídos, sugerindo a confirmação da teoria dos ciclos políticos já discutida em seções anteriores, onde ocorre um aumento na injeção de recursos em anos de eleições para fornecer uma sensação ao eleitor de melhora na economia e maximizar as chances de sucesso no período eleitoral.

Nos dois modelos a coligação entre prefeitos e governador não se demonstrou determinante para a distribuição das transferências voluntárias, porém em anos de eleição municipal foi possível constatar que há um favorecimento para prefeituras onde o prefeito é da base aliado do governador, o que sugere o uso desses recursos para fortalecer os prefeitos aliados nas eleições municipais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo analisar se os municípios cearenses que propiciaram uma maior votação ao governo do estado no período de 2009 até 2018 foram contemplados com um volume maior de transferências voluntárias estaduais, visto que esses recursos são distribuídos de forma discricionária pelo governo estadual. Para essa análise foram utilizados dois modelos, um Modelo Dinâmico Linear e um Modelo Dinâmico com Efeito Threshold.

A partir dos resultados apresentados, foi possível constatar que o voto é determinante na distribuição desses recursos, visto que os municípios que mais propiciaram votos ao governador foram contemplados com um volume maior de transferências voluntárias, o que deixa claro o uso desse mecanismo como barganha política, onde há a troca do sucesso eleitoral pela disponibilização de mais recursos financeiros aos municípios.

Essa questão se torna ainda mais evidente nos resultados apresentados pelo Modelo Dinâmico com Efeito Threshold que detectou que municípios tendem a ser favorecidos com mais recursos a partir do momento em que garantem a maioria de votos para o governador.

Outra observação relevante a ser feita, é que, diferentemente dos outros estudos descritos na revisão de literatura, a coligação partidária entre prefeito e governador não foi relevante na distribuição de recursos para os municípios por meio das transferências voluntárias, o que nos leva a crer que no cenário estudado, não interessa ao governo estadual se o município é gerido por prefeitos de partidos aliados ou adversários, o que é mais importante e priorizado pelo governo nessa relação de troca, é a quantidade de votos que determinado município pode proporcionar ao governo em uma eleição.

Por outro lado, o estudo sugere uma maior distribuição de recursos para prefeituras onde o prefeito é coligado ao governador em anos de eleição municipal, o que sugere o objetivo do governo central em favorecer aliados no processo eleitoral municipal.

Associada a relevância que o voto tem para a distribuição de recursos, foi observado um aumento na distribuição desses recursos em anos que acontecem eleições estaduais, o que vem ratificar a teoria dos ciclos políticos em que os governantes estão mais propícios a realizarem investimentos e despesas em anos de eleição para fornecer ao eleitor a percepção de melhoria na gestão pública, além satisfazer os gestores municipais, independente do partido os quais são filiados, para conseguir apoio necessário na eleição.

Sob uma perspectiva técnica, também foi possível verificar, por meio do Índice de Desenvolvimento Municipal, que municípios cearenses que possuem baixo IDM recebem mais

recursos oriundos das transferências voluntárias, o que pode sugerir uma estratégia distributiva utilizada pelo governo para promover a equidade econômica entre os municípios.

Desta forma, o resultado deste trabalho sugere que os governos cearenses avaliados no período estudado, apesar de usarem recursos de forma a diminuir desigualdades conforme foi demonstrado por meio do Índice de Desenvolvimento Humano, ainda se utilizam da possibilidade de discricionariedade das transferências voluntárias para utilizar esse mecanismo com fins eleitorais, visando a utilização da máquina pública para a sua manutenção no poder.

REFERÊNCIAS

- Afonso, J., & Araújo, E. A. (2000) Capacidade de gastos dos municípios brasileiros: arrecadação própria e receita disponível.
- Arretche, Marta; Rodden, Jonathan (2004) Política distributiva na Federação: estratégias eleitorais, barganhas legislativas e coalizões de governo. Dados (Rio de Janeiro. Impresso), Rio de Janeiro, v. 47, n.3, p. 549-576, 2004.
- Barbosa, F. H.; Barbosa, A. L.; Cavalcanti, C.E.; Silva, C.R.; Motta, J. R. Roarelli, M. L. (1998) Federalismo Fiscal, Eficiência e Equidade: Uma proposta de reforma tributária.
- Boex, Jameson and Martinez-Vazquez, Jorge,(2005) The Determinants of the Incidence of Intergovernmental Grants: A Survey of the International Experience Andrew Young School of Policy Studies Research Paper Series No. 06-52.
- Brasil. Constituição Federal, de 04 de outubro de 1988. República Federativa do Brasil, Brasília, 1988.
- Caldeira, Emilie (2011). Does the system of allocation of intergovernmental transfers in Senegal eliminate politically motivated targeting.
- Ciribeli, J. P.; Miquelito, S.; Massardi (2015) Transferências Públicas de Recursos: um Estudo Sobre o Protecionismo Partidário da União (PT) e do Estado de Minas Gerais (PSDB). Administração Pública e Gestão Social, v. 7, n. 2, p. 72-81, 2015.
- Cosano, Peñas & García (2014). On the Political Determinants of Intergovernmental Grants in Decentralized Countries: The Case of Spain. Publius: the journal of federalism, ISSN 0048-5950, Vol. 44, Nº. 1, 2014, págs. 135-156.
- Dollery, Brian & Worthington, Andrew. (1998). The Political Determination of Intergovernmental Grants in Australia. Public Choice. 94. 299-315
- Hansen, B. E. (1999). "Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference," Journal of econometrics, 93(2), 345-368.
- Hwan Seo, Myung & Kim, Sueyoul & Kim, Young-Joo. (2019). Estimation of Dynamic Panel Threshold Model using Stata.
- Khemani, Stuti (2003) Partisan Politics and Intergovernmental Transfers in India. World Bank Policy Research Working Paper No. 3016.

- Marciniuk, L. F (2016) A Influência de Fatores Políticos e Institucionais na Política Fiscal Subnacional.
- Mendes, M.; Miranda, R.B.; Cosio, F.B. (2008). Transferências intergovernamentais no Brasil: diagnóstico e proposta de reforma. Consultoria Legislativa do Senado Federal –Textos para discussão nº 40. Brasília, 2008.
- Miranda, C. A. S (2017), Federalismo Fiscal: Transferências Voluntárias do Estado DE Minas Gerais para seus Municípios.
- Moutinho, J. A., & Kniess, C. T. (2017). Transferências Voluntárias da União para Municípios Brasileiros: Identificação de Correlação entre Variáveis. *Revista de Gestão e Projetos*, 8(1), 90-101.
- Neto, & Simonassi, A. G. (2013). Bases políticas das transferências intergovernamentais no Brasil (1985-2004). *Revista de Economia Política*, 33(4), 704-725.
- Nordhaus, Willian. (1975), “The Political Business Cycle”. *Review of Economic Studies* , n o 42, pp.169-190.
- Porto, Alberto and Sanguinetti, Pablo, (2001), Political Determinants of Intergovernmental Grants: Evidence From Argentina, *Economics and Politics*, 13, issue 3, p. 237-256.
- Seo, M. and Y. Shin (2016). “Dynamic panels with threshold effect and endogeneity,” *Journal of Econometrics*, 195: 169-186.
- Soares, M., & Melo, B. (2016). Condicionantes políticos e técnicos das transferências voluntárias da União aos municípios brasileiros. *Revista de Administração Pública*, 50(4), 539-562.
- Wallis, J.J. (1996). “What Determines the Allocation of National Government Grants to the States?” NBER Working Paper Series on Historical Factors in Long Run Growth. Cambridge, Mass.: National Bureau of Economic Research.

O RAIO DA CRIMINALIDADE: DELIMITAÇÃO E ALCANCE DE CLUSTERS ESPACIAIS NA CIDADE DE FORTALEZA

Denise Xavier Araújo de Oliveira*

Andrei Gomes Simonassi**

RESUMO

O artigo investiga os determinantes da criminalidade sob as dimensões econômica, demográfica e geográfica em um exercício empírico para o município de Fortaleza, tendo como foco a taxa de homicídio por bairros no ano de 2018. A Análise Exploratória de Dados Espaciais realizada permitiu identificar, além dos impactos econômicos e demográficos sobre o crime, o alcance deste fenômeno, com a formação de três clusters espaciais do tipo Alto-Alto, que ocorre quando bairros com altas taxa de homicídio estão correlacionados com bairros com taxas também altas, quais sejam: i) litoral leste compreendendo o bairro da Praia do Futuro; ii) sudoeste, com os bairros Siqueira, Granja Lisboa, Bom Jardim, Parque São José, Canindezinho e Planalto Ayrton Senna e; iii) sudeste da cidade, formado pelos bairros Pedras, Ancuri e Jangurussu. Por sua vez, há apenas um cluster do tipo Baixo-Baixo, localizado no Centro-Norte da cidade, e que envolve uma área que compreende desde o bairro do Pici e Parquelândia, ao bairro de Fátima e São João do Tauape, passando pelo Montese. Da estimação dos modelos de dependência espacial, infere-se que a densidade demográfica se mostrou negativamente correlacionada com a taxa de homicídio, resultado condizente com uma unidade territorial pequena (bairro), onde existe uma maior interação social e em que pode prevalecer o efeito vigilância. Adicionalmente, estima-se como sendo de 2,0 km o raio máximo para dependência espacial da criminalidade e, portanto, de seu alcance, que subsidia e delimitação de áreas para ações contra o crime. Por fim, constata-se que um aumento de R\$100,00 na renda média de um bairro reduziria em 5% sua taxa de homicídio, fato alinhado com o previsto na Teoria das Janelas Quebradas.

Palavras-chave: Taxa de Homicídios; Clusters; Dependência Espacial; Cidade de Fortaleza.

* denisexaraujo@gmail.com. Tel. (85) 9.9926.4044.

** CAEN/UFC. agsimonassi@ufc.br.

ABSTRACT

The article investigates the determinants of crime from the economic, demographic and geographical dimensions in an empirical exercise for the municipality of Fortaleza, focusing on the homicide rate by neighborhoods in 2018. The Exploratory Analysis of Spatial Data allow us to identify, in addition to economic and demographic impacts, the range of this phenomenon, with the formation of three High-High spatial clusters, which occurs when neighborhoods with high homicide rates are correlated with others with high rates, such as: i) at the east coast, which includes Praia do Futuro district; ii) at the southwest, comprising Siqueira, Granja Lisboa, Bom Jardim, Parque São José, Canindezinho and Planalto Ayrton Senna, and iii) at the southeast of the city, at Pedras, Ancuri and Jangurussu neighborhoods. Otherwise, there is only one Low-Low cluster, involving some areas between Pici-Parquelândia and Fátima-São João do Tauape. From the estimation of spatial dependence models, it is inferred that the demographic density was negatively correlated with the homicide rate, a result consistent with a small territorial unit (neighborhood), where there is a greater social interaction and in which the surveillance effect may prevail. In addition, we find that 2.0 km is estimated as the maximum distance for spatial dependence of crime and, therefore, is the radius for delimitation of areas for actions against crime. Finally, it turns out that an increase of \$ 100.00 in the average income of a neighborhood would reduce by 5% its homicide rate, which is according to the Broken Window Theory.

Keywords: Homicide Rate; Clusters; Spatial Dependence; City of Fortaleza.

JEL Classification: B23; B32; C31

1. INTRODUÇÃO

A evolução da criminalidade amplia o debate acerca deste problema que persiste como dos mais relevantes à sociedade brasileira e tem tido o Estado do Ceará e sua capital como protagonistas, principalmente sob a métrica das ocorrências de Crimes Violentos Letais Intencionais (CVLI). Com efeito, apesar de difundido em todo o território nacional, o crime tem alcançado índices em alguns centros ou espaços urbanos do país que são intoleráveis e, neste aspecto, há que se destacar como causa potencial a nova forma organizacional da prática criminosa, que transborda de ocorrências pontuais para regiões dominadas por ideologias de grupos, para os quais as táticas repressivas tradicionais já não mostram eficácia.

O novo estágio de configuração de uma criminalidade organizada tem como cerne as

organizações criminosas, que disputam a hegemonia sobre as diversas atividades da comunidade ou de um território, dentre elas o tráfico de drogas, principal financiador deste processo evolucionário.

Os estudos mais recentes que se propuseram a investigar os determinantes da criminalidade apontam como causas a desigualdade de renda, o desemprego, a elevada proporção de jovens, mais suscetíveis ao ingresso no mundo do crime, baixo nível de escolaridade ou ainda a elevada densidade demográfica. Esses fatores que embasam uma teoria de que as origens da criminalidade remontam às precárias condições de vida dos centros urbanos, embora de extrema relevância, não são capazes de explicar o fenômeno em seu estágio atual, pois, se de um lado a última década apresentou melhoria dos indicadores sociais, de outro, as taxas de crimes aumentaram dramaticamente. A cidade de Fortaleza, como exemplo, possuía uma taxa de 28,2 homicídios por cem mil habitantes em 2000¹, que evoluiu para 75,3 CVLI² em 2017³. Concomitantemente, apresentou uma melhora na taxa de mortalidade infantil de 24,51 em 2002 para 11,35 em 2016 e um aumento da renda *per capita* de mais de 270%⁴ neste mesmo período.

Ocorre que um fator frequentemente negligenciado nesses estudos é a interação criminosa entre as unidades geográficas. É razoável supor, principalmente no estágio atual de planejamento em que se encontram os grupos criminosos no Brasil, que as práticas criminosas não se restrinjam a determinada localidade, já que tanto o nível de crime de um local é influenciado por suas adjacências como ele também as influencia.

Considerando o estágio atual da criminalidade no Brasil e a necessidade de políticas eficazes e efetivas no combate a essa chaga no Estado do Ceará, faz-se necessária uma investigação sob este novo prisma que incorpora a possibilidade de interações espaciais na prática de ilícitos. Alinhado com este objetivo, o artigo propõe investigar os determinantes da taxa de homicídio em um recorte para a Cidade de Fortaleza e em uma desagregação por bairros no ano de 2018. Especificamente, a estratégia metodológica consiste em uma Análise Exploratória de Dados Espaciais, com o cálculo do índice *I* de Moran global e local, com a

¹ Dados do Mapa da Violência 2012. Disponível em: www.mapadaviolencia.org.br

² CVLI são os Crimes Violentos, Letais e Intencionais, que incluem os homicídios dolosos, os latrocínios e lesões corporais seguidas de morte. A SSPDS não divulga informações apenas do número de homicídios.

³ Dados de CVLI disponibilizados pela SSPDS-CE. Dados da população (para o cálculo das taxas) da estimativa da população (IBGE).

⁴ A renda *per capita* de 2002 foi de R\$ 4.673 e a de 2016 de R\$ 22.093 com uma inflação acumulada no período de 100,46%. Dados da renda *per capita* do Perfil Municipal de Fortaleza elaborado pelo IPECE e dados da inflação do IBGE.

identificação dos *clusters* da taxa de homicídio e a estimativa de alcance para o transbordamento das ações criminosas, a partir da qual se viabiliza a elaboração de políticas públicas eficazes e efetivas até de forma descentralizada entre bairros ou áreas de segurança.

Além desta introdução, o trabalho é dividido da seguinte maneira: a seção 2 destaca brevemente uma literatura acerca dos estudos que incorporam a dependência espacial na modelagem da criminalidade; a seção 3 traz algumas evidências das ocorrências de ilícitos na Cidade e demais variáveis utilizadas no estudo; a seção 4 explicita a metodologia da pesquisa, tanto na identificação dos padrões espaciais quanto dos modelos econométricos estimados; a seção 5 apresenta os resultados do estudo e, por fim, a seção 6 expõe as considerações finais.

2. O PAPEL DA VIZINHANÇA NOS ESTUDOS DE CRIMINALIDADE

A década de 1970 pode ser definida como marco dos estudos envolvendo econometria espacial, conforme se verifica em Paelinck and Klaassen (1979), Bartels and Ketellapper (1979), Bennett (1979) e Hordijk (1979)⁵, ganhando maior relevo na década de 1980 com as publicações de Luc Anselin (1988a), (1988b) e (1995), sendo este último o de destaque para este estudo pela contribuição com o Índice de Autocorrelação Espacial Local⁶.

Em meados da década de 1990 as contribuições internacionais são impulsionadas com o desenvolvimento da Teoria das Janelas Quebradas⁷, divulgada em Kelling e Coles (1996) e que inova ao considerar a influência da desordem no meio urbano ou local sobre a incidência da prática criminosa. Tem-se assim uma medida de efeito transbordamento cultural.

Mais recentemente, Baller *et al.* (2004) buscaram explicar a taxa de homicídio dos condados dos estados americanos no período de 1960 a 1990. Em uma análise agregada, foi constada a dependência espacial na taxa de homicídios e uma clara separação de dois *clusters* espaciais distintos: de baixas taxas no norte e nordeste e altas taxas no sul. Os autores então desagregaram a amostra em Sul e não-Sul e concluíram que enquanto o primeiro grupo se adequa melhor a um modelo de defasagem espacial no segundo a dependência espacial foi identificada apenas no termo de erro.

⁵ Anselin (2010) traz uma extensa revisão de literatura das publicações relativas à Econometria Espacial, em especial no que tange a sua parte teórica.

⁶ *Local Indicator of Spatial Association* – LISA.

⁷ “*Broken Windows Theory*” é modelo de política de segurança pública no enfrentamento e combate ao crime utilizado nos Estados Unidos e tem como fundamento que a desordem é causa de elevação dos índices da criminalidade.

Contemporaneamente, Griffiths e Chavez (2004) inovaram ao mesclar técnicas que captam tendências temporais e espaciais na taxa de homicídio entre 1980 e 1995 para 831 setores censitários da cidade de Chicago. O estudo concluiu que o agrupamento mais violento é também o mais volátil a mudanças temporais na taxa de homicídio.

Em uma perspectiva nacional, Plassa, Paschoalino e Santos (2017) buscaram mensurar os determinantes da taxa de homicídios dos municípios do Nordeste do Brasil, considerando a dimensão espacial e concluíram, por meio de Análise Exploratória dos Dados, que existe um *cluster* no litoral nordestino em que municípios com altas taxas de homicídio se localizam próximos a municípios com essa mesma característica. Ademais, a desigualdade de renda, medida pelo índice de Gini, foi o fator que mais impactou (positivamente) na taxa de crime.

De forma semelhante, Anjos Júnior, Ciríaco e Silva (2016) tiveram como escopo os municípios da região Sul do Brasil e verificaram que a maior parte dos *clusters* da taxa de homicídio se concentram no estado do Paraná, sendo a taxa de desemprego, a densidade demográfica e as características de cada estado relevantes para explicar a criminalidade. O estudo considerou ainda a importância da inércia na prática de atividade criminosa, que mostrou impacto significativo na referida investigação.

3. EVIDÊNCIAS PARA O ESTADO DO CEARÁ E RECORTES PARA CIDADE DE FORTALEZA

3.1 Base de Dados

A base de dados de criminalidade foi obtida no sítio eletrônico da Secretaria de Segurança Pública do Estado do Ceará (SSPDS-CE), de um relatório divulgado diariamente que contém informações sobre a natureza e o local de cada ocorrência registrada pelo CIOPS.

As informações dos 363 relatórios diários do ano de 2018⁸ foram consolidadas e a natureza da ocorrência foi categorizada. Os crimes foram divididos em homicídio, roubo, furto, tráfico de drogas, porte de arma e outros. Para atestar a confiabilidade dos dados, foi comparado o total de ocorrências do Relatório Diário com a quantidade divulgada mensalmente pela própria SSPDS-CE para os crimes de homicídio (CVLI), roubo e furto⁹. As informações referentes ao número de homicídios foram as que mais se aproximam da estatística oficial,

⁸ Não foram divulgadas informações, até a data de coleta de dados, referentes aos dias 29/06/18 e 10/09/18.

⁹ Os crimes de porte de arma e tráfico de drogas não são diretamente comparáveis, pois a estatística oficial divulgada pela SSPDS-CE é referente à quantidade apreendida e não ao total de ocorrências.

sendo, por esta razão, a variável selecionada como proxy para o exercício empírico deste estudo. A Tabela 1 resume tais evidências.

Tabela 1: Estatísticas para Crimes Selecionados no Estado do Ceará em 2018

CRIME	DADOS DIÁRIOS CONSOLIDADOS	ESTATÍSTICA OFICIAL
Homicídio	1.259	1.482
Roubo	385	30.885
Furto	62	25.880

Fonte: Elaboração própria dados do “Relatório Diário e Estatística de Área Integradas de Segurança” (SSPDS).

Complementando as informações sobre criminalidade, tem-se as informações referentes à população total e a renda média, por bairro, que foram cedidas pelo IPECE, Instituto de Pesquisa Econômica da Ceará, a partir de dados do Censo (2010) do IBGE, último disponível.

3.2 Panorama Demográfico e Socioeconômico do Município de Fortaleza

O município de Fortaleza é o quinto mais populoso do país, com cerca 2,5 milhões de habitantes, divididos em 119 bairros¹⁰ e níveis de concentração populacionais e de riqueza relativamente comuns aos das demais capitais do país.

Visando a apresentação de um panorama espacial da distribuição demográfica e de riqueza, a Figura 1 apresenta a densidade demográfica da capital cearense de acordo com seus bairros e ranqueada por quartis¹¹ populacionais, de onde se constata que a zona oeste é onde predominam os mais elevados índices de densidade demográfica, enquanto a região leste concentra a maior parte dos bairros do grupo dos 25% menos densamente povoados.

¹⁰ Para efeito desse estudo serão considerados apenas 115 bairros, pois foram desconsiderados desmembramentos de bairro posteriores a 2010 (Criação dos bairros de Aracapé (Mondubim), Olavo Oliveira (Quintino Cunha), Novo Monbubim (Manoel Sátiro) e Parque Santa Maria (Ancuri). Além disso os bairros Conjunto Ceará I e Conjunto Ceará II foram considerados um só, assim como Praia do Futuro I e Praia do Futuro II. Isto porque no “Relatório Diário” da SSPDS não fazia distinção entre eles.

¹¹ Todos os mapas apresentados nesta seção utilizarão este mesmo critério (quartil) para categorização das variáveis.

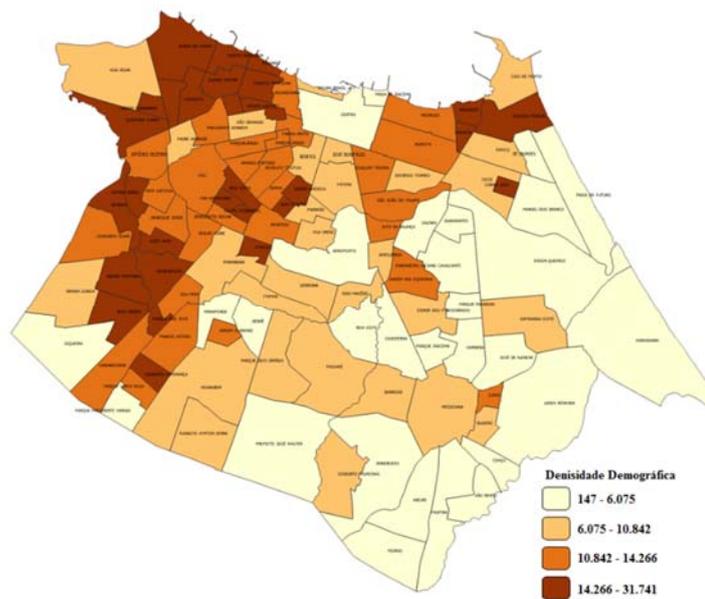


Figura 1: Densidade Demográfica por Bairros da Cidade de Fortaleza

Fonte: elaboração própria com base nos dados do Censo (2010) cedidos pelo Ipece-CE

Complementando a análise socioeconômica espacial da Cidade de Fortaleza, a Figura 2 mostra a distribuição da renda média mensal entre os bairros da cidade. Nota-se que existe uma concentração geográfica dos bairros com maior nível de renda no centro-norte da cidade e uma baixa associação com o oeste da cidade, que compreende a maior parte da população.

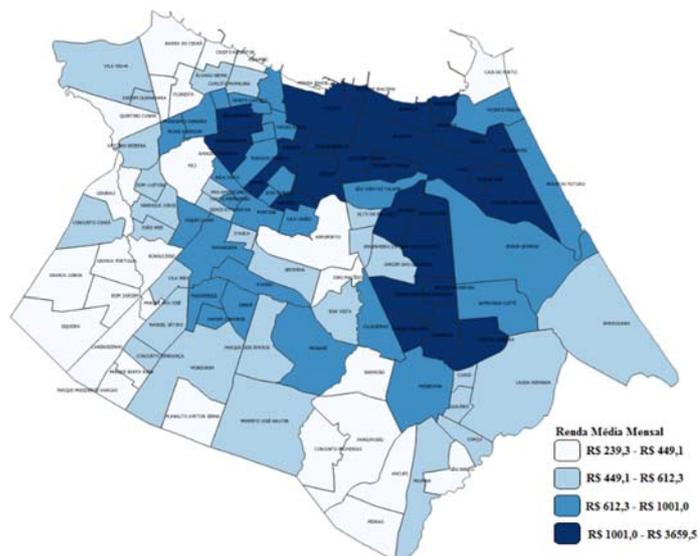


Figura 2: Renda Média Mensal

Fonte: elaboração própria com base nos dados do Censo (2010) cedidos pelo Ipece-CE

A sobreposição das figuras 1 e 2 permitiria destacar a região oeste da cidade, por sua elevada densidade demográfica e baixo nível de renda e o Centro como a região de renda mais elevada e média densidade demográfica.

Uma vez constatado que Fortaleza é uma cidade apartada tanto em população quanto em riqueza, resta investigar a sobreposição destes atributos em relação às ocorrências criminosas na cidade.

3.3 Distribuição Espacial do Crime em Fortaleza

Considerando a variável proxy de criminalidade que será aplicada aos exercícios empíricos com dados espaciais, a Figura 3 mostra a distribuição da taxa de homicídios por bairro em Fortaleza no ano de 2018, novamente em uma classificação por quartis de ocorrências.

O mapa da criminalidade apresentado fornece subsídios que corroboram o previsto pela Teoria das Janelas Quebradas: os casos de homicídios são menos frequentes nas regiões com renda mais elevada que coincidem, em regra, aos bairros com melhor ordenamento e organização do espaço público.

De outro modo, as evidências da Figura 3 reforçam o argumento anterior de que a baixa renda e a elevada densidade demográfica não exaurem os determinantes das ocorrências de homicídios. Com efeito, altas taxas de homicídio também se verificam na vizinhança de áreas com elevados níveis de renda, como é o caso do Centro, Papicu, José Bonifácio e Praia de Iracema, apenas para citar alguns exemplos.

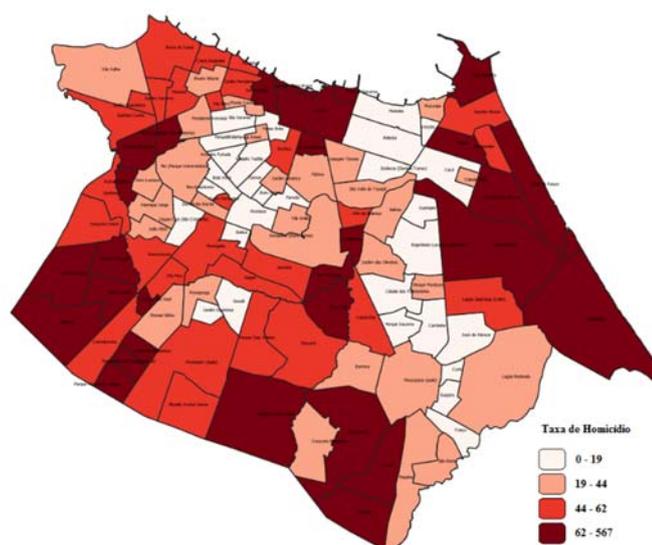


Figura 3: Taxa de Homicídio por bairros – 2018

Fonte: elaboração própria com base nos dados do “Relatório Diário” da SSPDS

Ainda assim, explicita-se que os bairros classificados no primeiro e no segundo quartil, ou seja, os 50% dos bairros com menores taxas de homicídio, se localizam, majoritariamente, na região central, que, como visto na subseção 3.2, é a região que concentra os bairros com maior riqueza e nível de escolaridade. Há também um agrupamento deste tipo na região sudeste, bem como é ainda possível identificar cinco agrupamentos dos 25% de bairros com maiores taxas. Os maiores conglomerados são no litoral leste e na parte sudoeste da cidade.

A análise gráfica apresentada oferece um bom indicador sobre o comportamento de determinados fenômenos, entretanto, como se observa, as exceções supracitadas e a necessidade de identificação de padrões espaciais comprovam ser necessária a realização de uma Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE). Esta pode ser definida como um conjunto de técnicas que buscam identificar padrões espaciais (Almeida, 2005) e será objeto do exercício empírico cuja metodologia segue na seção seguinte.

4. METODOLOGIA

4.1 Análise Exploratória de Dados Espaciais

A técnica de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) mais comumente usada é dada pelo índice I de Moran que verifica se a hipótese de que os dados espaciais são distribuídos aleatoriamente é verdadeira cuja estatística é pela seguinte fórmula:

$$I = \frac{n}{\sum \sum w_{ij}} \frac{\sum \sum w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum (y_i - \bar{y})^2}$$

Em que n representa o número de unidades espaciais, y_i o valor da variável de interesse e w_{ij} é a matriz de pesos (ou ponderação) espaciais entre as unidades espaciais i e j . No presente estudo, as unidades espaciais são os bairros, e a variável de interesse é a taxa de homicídio. A matriz de ponderação é definida a partir de critérios sobre o que caracteriza vizinhança. Esses critérios podem ser baseados em critérios de contiguidade ou de distância.

Para a escolha da matriz, geralmente utiliza-se o procedimento descrito por Almeida (2012), que consiste em estimar o modelo clássico de regressão linear, testar se existe autocorrelação espacial nos resíduos obtidos utilizando para tal a estatística I de Moran para cada matriz de ponderação e escolhendo a matriz da qual se obteve o maior valor da estatística.

Este, contudo, não será o procedimento utilizado neste estudo. Como a unidade espacial é pequena (bairros), optou-se pela utilização do critério de distância fixa, da seguinte forma: calcula-se o coeficiente I de Moran para uma distância pequena e analisa-se a significância.

Caso seja significativo, ou seja, caso haja dependência espacial, calcula-se novamente para uma distância maior. O procedimento será repetido até que não se possa mais rejeitar a hipótese nula de aleatoriedade espacial. Adicionalmente, serão expostos os valores de acordo com os critérios de contiguidade (rainha e torre) para fins de comparação.

Após a definição da matriz de pesos, utiliza-se a coeficiente I de Moran para a construção de um diagrama de dispersão bivariado em que em cada eixo é plotado os valores da variável de interesse padronizada, um eixo para região i e outro para a região j . Os quatro quadrantes do diagrama representam agrupamentos das unidades espaciais que podem ser Alto-Alto (AA), Baixo-Baixo (BB), Alto-Baixo (AB) e Baixo-Alto (BA). Assim, unidades espaciais localizadas no quadrante AA são aquelas que possuem alto valor da variável de interesse, que está localizada perto de outra com valor também elevado. O mesmo raciocínio serve para os demais grupos.

O próximo passo da AEDE é a identificação de *clusters* espaciais locais. Para tal, o método mais utilizado é o proposto por Anselin (1995) denominado LISA (*Local Indicator of Spatial Association*).

4.2 Modelos de Dependência Espacial

Uma vez detectado que existe autocorrelação espacial, a estimação de qualquer modelo que a desconsidere gerará estimativas viesadas. A incorporação da defasagem espacial no modelo pode ser de diversas maneiras. Neste estudo, serão tratadas a dependência na variável dependente (modelo SAR – *Spatial Autoregressive Model*) e no termo de erro (modelo SEM – *Spatial Error Model*), cujas formas funcionais estão expressas nas equações abaixo:

$$\begin{aligned} \text{SAR: } y &= \rho W y + X \beta + \varepsilon \\ \text{SEM: } y &= X \beta + \xi, \text{ com } \xi = \lambda W \xi + \varepsilon \end{aligned}$$

W é a matriz de pesos espaciais definida anteriormente e ρ e λ são os coeficientes de defasagem espacial, com valores que variam de -1 a 1, para os respectivos modelos SAR e SEM.

Para a escolha do modelo mais adequado, será utilizado o critério proposto por Almeida (2012). O primeiro passo é a estimação dos modelos e a realização do teste do Multiplicador de Lagrange (LM), proposto por Anselin (1988b), cuja hipótese nula é ausência de autocorrelação espacial. Caso esta hipótese não seja rejeitada para as estatísticas LM_ρ (modelo SAR) e LM_λ (modelo SEM), utiliza-se o Modelo Clássico de Regressão Linear. Se for rejeitada apenas para um dos modelos, este será o escolhido e, caso seja possível rejeitar para os dois, calcula-se as

estimativas robustas e escolhe-se a mais significativa.

No presente estudo, o fenômeno que se busca explicar é a taxa de homicídio por cem mil habitantes e para tal utilizam-se os seguintes indicadores, amplamente aplicados na literatura: *Renda média mensal*: espera-se que o valor da renda de uma determinada região seja inversamente proporcional ao número de homicídios. Essa relação, de acordo com os resultados obtidos na literatura, é inversa no caso dos crimes contra o patrimônio.

- *Densidade Demográfica*: não é possível definir *a priori* a relação entre homicídio e densidade. Enquanto alguns estudos como Gomes *et al.* (2017), Garcia Neto *et al.* (2017), Plassa, Paschoalino e Santos (2017) entre outros obtiveram que essa relação é direta, Medeiros, Carvalho e Oliveira (2016), como base em Regoeczi (2002), concluiu que essa relação é não linear, sendo negativa no início e, apenas a partir de um determinado nível, positiva.
- *Ambiente violento*: É cediço que um ambiente já maculado pela prática de diversas ações delituosas é mais próprio ao cometimento de novos crimes, incluindo homicídio. Para mensurar este ambiente, serão utilizados a taxa de dois tipos de delitos: roubo e tráfico de entorpecentes.
 - *Taxa Roubo*: a taxa de roubos por cem mil habitantes por bairros foi retirada do “Relatório Diário” e, embora tenha problemas de subregistro, supõe-se que este ocorre uniformemente em todos os bairros.
 - *Taxa de Entorpecentes*: é dada pela soma das ocorrências tipificadas como tráfico e apreensão de drogas por cem mil habitantes. Indiretamente, esse indicador pode refletir a presença de facções criminosas.

A taxa de homicídio será considerada em logaritmo, de forma que os valores dos coeficientes expressam uma semi-elasticidade. Assim, os modelos SAR e SEM estimados podem ser escritos, respectivamente, como:

$$homic_i = \beta_0 + \rho W y_{homic_i} + \beta_1 renda_i + \beta_2 densidade_i + \beta_3 densidade_i^2 + \beta_4 roubo_i + \dots + \beta_5 entorpecentes_i + \varepsilon_i \quad (4.2.1)$$

$$homic_i = \alpha_0 + \alpha_1 renda_i + \alpha_2 densidade_i + \alpha_3 densidade_i^2 + \alpha_4 roubo_i + \dots + \alpha_5 entorpecentes_i + \xi_i, \text{ com } \xi_i = \lambda W \xi_i + \epsilon_i \quad (4.2.2)$$

4.3 Procedimento do Exercício Empírico

Diante do exposto, o exercício empírico a ser realizado seguirá os seguintes passos:

1. Definição do conjunto de matrizes de pesos espaciais com base no critério de distância fixa;
2. Cálculo do coeficiente I de Moran para verificação se existe dependência espacial global com a matriz definida em 1;
3. Caso não se rejeite a hipótese nula de aleatoriedade espacial, repete-se o procedimento 1 e 2 considerando uma distância maior até que não seja mais possível rejeitar a hipótese nula, ou seja, encontrar a distância tal que não haja mais autocorrelação espacial entre os bairros;
4. Escolher o modelo com maior I de Moran;
5. Com base na matriz de pesos escolhida, identificar os *cluster* espaciais segundo os critérios AA (Alto-Alto), AB (Alto-Baixo), BA (Baixo-Alto) e BB (Baixo-Baixo);
6. Estimar o Modelo de Mínimos Quadrados Ordinários e testar os resíduos para autocorrelação espacial.
7. Se existe dependência espacial, realizar testes de Multiplicadores de Lagrange (LM), considerando dois tipos de autocorrelação espacial: na dependente, LM_ρ , e nos resíduos, LM_λ .
8. A hipótese nula do teste LM é de aleatoriedade espacial. Há quatro possibilidades de combinação dos resultados:
 - a. Não rejeita a hipótese nula de nenhum dos modelos. Procedimento: estima-se o MQO;
 - b. Rejeita a hipótese nula de LM_ρ e não rejeita de LM_λ . Procedimento: estima-se o modelo SAR (defasagem espacial na variável dependente);
 - c. Não rejeita a hipótese nula de LM_ρ e rejeita de LM_λ . Procedimento: estima-se o modelo SEM (dependência espacial no termo de erro);
 - d. Rejeita a hipótese nula dos dois modelos. Procedimento: realiza os testes LM_ρ robusto e LM_λ robusto. Repete-se o critério de escolha de a a c e, caso novamente rejeite-se ambas as hipóteses nulas, se escolhe o modelo com maior índice.
9. Análise dos coeficientes do modelo estimado.

5. RESULTADOS

A Tabela 2 mostra os valores do coeficiente I de Moran para Análise da Dependência Espacial da criminalidade. Tais informações são especialmente relevantes para este estudo pois a eventual ocorrência deste fenômeno sugere efeito transbordamento da criminalidade de um bairro para outro. Por sua vez, a iteração deste exercício com uma ampliação progressiva do raio para investigação do alcance geográfico da correlação espacial entre os determinantes do crime compreenderá o procedimento que permite definir *clusters* de criminalidade na região analisada, no caso a Cidade de Fortaleza.

Assim sendo, tem-se o *range* da investigação analisada, de onde se percebe que à medida que a distância aumenta, o valor do coeficiente diminui até que, no raio de 2,0 km, o coeficiente passa a não ser mais significativo, sob a hipótese nula de aleatoriedade espacial, ou seja, quanto mais próximas as regiões, mais a taxa de homicídio de um lugar será influenciada pela taxa de

homicídio do vizinho. O limiar de 2,0 km pode ainda ser interpretado como delimitador da área de influência de uma organização criminosa, por exemplo.

Tabela 2: Coeficiente I de Moran para Análise da Dependência Espacial da Criminalidade na Cidade de Fortaleza, 2018.

Método	Coeficiente	p-valor
Distância Fixa		
0,5 Km	0,4302	0,001
1,0 Km	0,2774	0,001
1,5 Km	0,0873	0,001
2,0 Km	0,0124	0,104
Contiguidade		
Rainha	0,330	0,001
Torre	0,324	0,001

Fonte: elaboração própria utilizando o software Geoda.

Os valores dos coeficientes do índice de *I* de Moran, segundo os critérios de contiguidade, mostraram-se semelhantes ao de distância fixa de 1,0 km e, como a uma distância de 0,5 km muitos bairros se apresentam isolados (sem vizinhos), optou-se pela escolha da matriz de pesos espaciais utilizando o critério de 1,0 km¹².

De forma complementar, tem-se o Índice de Associação Local proposto por Anselin (1995) (LISA¹³) para a identificação dos *clusters* espaciais, cuja literatura reforça a sua investigação uma vez detectada a existência de autocorrelação global, conforme atestado pelo Coeficiente *I de Moran* da Tabela 2. A Figura 4 apresenta os resultados com os diversos tipos de *clusters* detectados.

De acordo com o mapa, é possível identificar três agrupamentos de bairros Alto-Alto, ou seja, bairros com altas taxas de homicídios cercados por bairros com também altas taxas. O *cluster* localizado a sudoeste inclui os bairros Siqueira, Granja Lisboa, Bom Jardim, Parque São José, Canindezinho e Planalto Ayrton Senna. O do Sudeste é formado pelos bairros Pedras, Ancuri e Jangurussu, e o da região leste pelo bairro da Praia do Futuro¹⁴.

¹² Essa também é matriz com maior coeficiente *I* de Moran calculado a partir dos resíduos do Modelo Clássico de Regressão Linear, conforme será exposto na Tabela 3.

¹³ Local Indicator of Spatial Association.

¹⁴ Os bairros em cinza escuros são aqueles cuja média não é diferente, em termos estatísticos, da média de todos os bairros, haja vista se tratar de uma variável padronizada (Almeida, 2012) e o bairro cinza claro (Sabiaguaba) é o único que, segundo os critérios escolhidos, não tem vizinho.

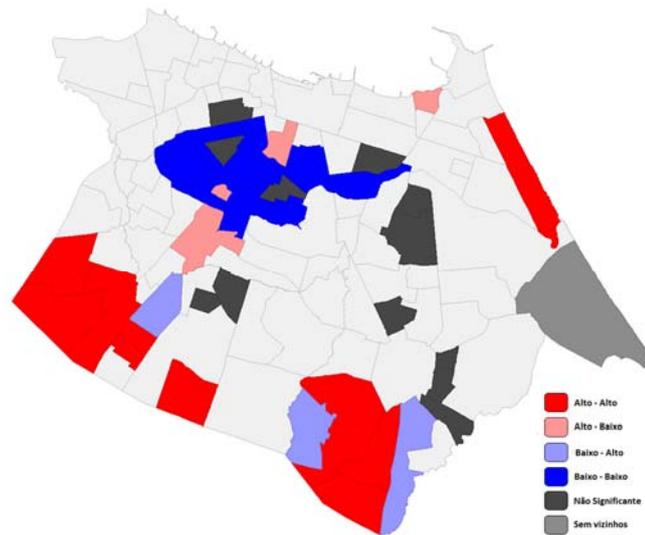


Figura 4: Mapa LISA - Clusters Espaciais de Criminalidade

Fonte: elaboração própria utilizando o software Geoda.

Complementando, a Tabela 3 traz os resultados do coeficiente I de Moran nos resíduos da regressão do Modelo de Mínimos Quadrados Ordinários, dos testes do Multiplicador de Lagrange (LM) e dos testes de normalidade (*Jarque-Bera*¹⁵) e de heterocedasticidade (*Koenker-Basset*¹⁶).

Tabela 3: Testes para Autocorrelação, Heterocedasticidade e Normalidade

¹⁵ A hipótese nula é de normalidade do termo de erro.

¹⁶ A hipótese nula é de homocedasticidade.

	0,5 Km	1,0 Km	1,5 Km	2,0 Km	Rainha	Torre
<i>Moran's I</i>	2,38 (0,01)	4,44 (0,00)	3,72 (0,00)	1,57 (0,12)	4,19 (0,00)	3,87 (0,00)
<i>LM_ρ</i>	0,16 (0,69)	0,02 (0,89)	1,88 (0,17)	0,19 (0,67)	13,81 (0,00)	12,69 (0,00)
<i>LM_ρ robusto</i>	0,24 (0,62)	6,77 (0,01)	0,19 (0,66)	1,22 (0,27)	1,51 (0,22)	1,94 (0,16)
<i>LM_λ</i>	4,08 (0,04)	11,33 (0,00)	4,86 (0,03)	0,11 (0,74)	12,49 (0,00)	10,77 (0,00)
<i>LM_λ robusto</i>	4,17 (0,04)	18,09 (0,00)	3,17 (0,08)	1,14 (0,29)	0,19 (0,66)	0,02 (0,88)
<i>Jarque-Bera</i>	1,91 (0,39)			<i>Koenker-Basset</i>		4,99 (0,42)

Fonte: elaboração própria. Nota: *valor-p* entre parênteses.

Para todas as matrizes de pesos espaciais, o coeficiente *I* de Moran nos resíduos é significativo, indicando que uma parte da regressão, o componente espacial, que é estatisticamente relevante, não está sendo especificado e, portanto, os resultados da regressão clássica serão viesados. Em relação ao diagnóstico dos resíduos da regressão, a não rejeição das hipóteses nula indica que os resíduos são homocedásticos e com distribuição normal.

Os testes LM para as matrizes de peso de distância fixa se mostraram bastante semelhantes: não se rejeita aleatoriedade espacial na defasagem da taxa de homicídio (*LM_ρ* - *Modelo SAR*) e rejeita-se na dependência espacial do termo de erro (*LM_λ* - *Modelo SEM*), indicando que o modelo que deve ser escolhido é o Modelo de Erro Autorregressivo Espacial (SEM). O modelo que será estimado será o com a distância de 1 km, pois este apresentou maior valor de *I* de Moran. A Tabela 4 traz os resultados das regressões.

Tabela 4: Resultado das Regressões Estimadas para Criminalidade

Dependente: logaritmo da taxa de homicídio

Modelos:

$$homic_i = \beta_0 + \rho W y_{homic_i} + \beta_1 renda_i + \beta_2 densidade_i + \beta_3 densidade_i^2 + \beta_4 roubo_i + \beta_5 entorpecentes_i + \varepsilon_i$$

$$homic_i = \alpha_0 + \alpha_1 renda_i + \alpha_2 densidade_i + \alpha_3 densidade_i^2 + \alpha_4 roubo_i + \alpha_5 entorpecentes_i + \xi_i, \text{ com } \xi_i = \lambda W \xi_i + \varepsilon_i$$

REGRESSORES	OLS	SAR	SEM
Constante	4,3154* [0,191]	4,3747* [0,500]	4,4948* [0,241]
Renda Média Mensal	-0,0005* [0,0001]	-0,0005* [0,0001]	-0,0005* [0,0001]
Densidade	-0,00004* [0,00001]	-0,00004* [0,00001]	-0,00003** [0,00001]
Densidade ²	0,0000 [0,000]	0,0000 [0,000]	0,0000 [0,000]
Taxa Roubo	0,0018 [0,002]	0,0018 [0,002]	0,0026 [0,002]
Taxa Entorpecentes	0,0027* [0,001]	0,0027* [0,0007]	0,0020* [0,001]
ρ		-0,0157 [0,120]	
λ			0,5812* [0,126]
R ²	0,3549	0,3550	0,4477

Fonte: elaboração própria

Nota: desvio-padrão entre parênteses; * Significante a 1%; ** Significante a 5%;

Conforme esperado, a renda média de um bairro está negativamente correlacionada com sua taxa de homicídio, de forma que um aumento de 100 reais na média da renda de uma localidade gera uma redução de 5% na taxa de homicídio. Este achado coaduna com o previsto na Teoria das Janelas Quebradas citada anteriormente, em virtude da correlação direta entre renda e organização da área urbana.

A densidade demográfica também se mostrou significativa, negativamente relacionada com a taxa de homicídio. Este resultado difere do comumente encontrado na literatura e até mesmo do censo comum de que criminalidade é um problema dos grandes aglomerados urbanos. Entretanto, há de se ressaltar que os estudos que encontram uma relação positiva têm como unidade espacial, em sua maioria, municípios, ou seja, uma unidade territorial extensa. No presente estudo, é de se esperar que, por se tratar de um espaço geográfico menor, em que as pessoas se conhecem e interagem mais entre si, é provável que exista uma maior vigilância

por parte da própria população, de forma que a densidade seja negativamente relacionada com o número de crimes. A densidade ao quadrado, que captaria o efeito não-linear argumentado por Regoeczi (2002), não se mostrou significativa.

Por fim, os indicadores taxa de entorpecentes e taxa de roubos, que buscam medir o nível de criminalidade já arraigada na localidade vai ao encontro dos resultados já obtidos na literatura: enquanto os crimes relacionados ao tráfico de entorpecentes que, como exposto, podem ser um indicativa da presença de facções criminosas na região, impactam positivamente na taxa de homicídio, o crime de roubo não se mostrou significativo, o que reforça a ideia que este tipo de delito é mais propício de ocorrer em regiões economicamente mais atraentes.

Por fim, o coeficiente da dependência espacial no erro, λ , também foi positivo e significativo. Isso significa que fatores não observados de um determinado bairro afetam não só a taxa de homicídio dessa localidade, mas também dos bairros vizinhos, ponderados pela matriz de pesos espaciais.

Esses fatores podem ser em parte de ordem socioeconômica não observada como, por exemplo, desigualdade econômica ou infraestrutura do bairro, ou também de ordem social, como a disputa pelo controle do tráfico de drogas, não sendo possível afirmar o que mais tem influência.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo considera a evolução do fenômeno da criminalidade e seus impactos no bem-estar social para propor uma metodologia de investigação dos determinantes de ocorrências de Crimes Violentos Letais Intencionais (CVLI) que leva em consideração, além dos fatores socioeconômicos tradicionais, os transbordamentos espaciais da prática criminosa. Não obstante, como *proxy* para os ilícitos selecionados na análise, restringe-se a investigação à modalidade mais nociva, qual seja os casos de homicídios na capital cearense.

Uma vez que a taxa de homicídio não se distribui uniformemente por toda a extensão do território da capital do Estado do Ceará, optou-se por utilizar a unidade territorial de bairros para condução de uma análise desagregada, a qual, além de permitir uma melhor inferência sobre os determinantes do crime, ainda possibilita a investigação acerca de como a taxa de homicídio de uma determinada localidade é impactada pelas ocorrências nas localidades

vizinhas. Este é o denominado efeito transbordamento dos índices de criminalidade de um bairro para outro.

Ressalte-se que a maioria dos estudos que tratam da questão da dependência espacial das taxas de crimes o fazem entre municípios. Embora importante, esse tipo de análise é mais limitado no sentido de que os transbordamentos entre os municípios devem se dar, primordialmente, na região de fronteira entre eles. Assim, um crime que ocorre dentro do mesmo município, mas em uma região distante geograficamente da fronteira não deve ter a mesma influência que outro que ocorra perto. Além disso, a análise municipal não dá ao gestor público subsídios suficientes para elaboração de políticas públicas setoriais eficazes. Desta forma, uma das grandes contribuições deste estudo é a desagregação da análise em bairros que permitirá ainda, fornecer subsídios para o desenvolvimento de políticas locais mais eficazes no combate à criminalidade em seu estágio de organização atual.

Foram identificadas três áreas com altas taxas de homicídio em que a dependência espacial se mostrou significativa. No sudoeste da cidade, composto pelos bairros Siqueira, Granja Lisboa, Bom Jardim, Parque São José, Canindezinho e Planalto Ayrton Senna, na porção sudeste, com os bairros Pedras, Ancuri e Jangurussu e no litoral leste, no bairro Praia do Futuro. Todos esses *clusters* se localizam em regiões mais distantes do centro da cidade e são compostos por bairros que, em sua maioria, se enquadram como os 25% mais violentos em termos de taxa de homicídio.

Adicionalmente, identifica-se um agrupamento em que ocorrem transbordamentos positivos em relação à taxa de homicídios, ou seja, bairros com baixas taxas de homicídios impactando bairros com também baixas taxas. Esse *cluster* é formado pelos bairros de Fátima, São João do Tauape, Rodolfo Teófilo, Damas, Jardim América, Bom Futuro, Montese, Vila União, Itaóca, Demócrito Rocha, Pan Americano, Bela Vista, Parque Araxá, Pici e Parquelândia. Não por acaso, a maioria desses bairros compõe o grupo do 25% com maior renda média mensal, a despeito da heterogeneidade inerente a uma cidade desigual como Fortaleza.

Os resultados do modelo proposto estão em consonância com a literatura correlata, que prevê que a renda está negativamente correlacionada com a taxa de homicídio. Para o caso específico em análise, estima-se que o aumento de R\$ 100,00 na renda média do bairro reduz em 5,0% sua taxa de homicídio. Esta evidência coaduna, por exemplo, com o previsto na Teoria das Janelas Quebradas, já que em bairros de renda mais elevada o padrão de organização urbana tende a ser superior.

Por sua vez, a densidade demográfica se mostrou negativamente correlacionada com a taxa de homicídio. Este resultado, que em uma visão míope seria contraditório à literatura tradicional, se mostra razoável para o presente estudo que considera o bairro, e não o município, como unidade espacial de referência, inovando também neste aspecto em relação aos estudos mais atuais. Com efeito, para dois municípios distintos, espera-se como regra que a baixa densidade demográfica deva estar associada a menores níveis de criminalidade, mas para bairros pode haver inclusive maior transbordamento dos atos ilícitos a partir dos mais povoados. Como exemplo cite-se o caso da cidade de Fortaleza, onde é possível identificar bairros densamente povoados, em especial bairros mais nobres, com baixas de homicídio e bairros com baixa densidade demográfica e altas taxas de crime.

A ausência de desordem local, conforme previsto novamente na teoria supracitada, ou mesmo o efeito vigilância, não considerados nesta abordagem, podem justificar baixos índices de homicídio em bairros ricos e densamente povoados, fenômeno esse prejudicado quando a escala de análise se dá ao nível de município.

Por fim, os resultados apresentados permitem inferir que há não apenas uma grande concentração dos crimes de homicídio em determinados bairros da cidade, mas, principalmente, uma dependência espacial entre eles a qual tem o alcance dimensionado e limitado a um raio de até 2,0km, fato que contribui sobremaneira para um planejamento efetivo no combate ao crime inclusive com ações descentralizadas por delegacia ou área de segurança.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. **Econometria Espacial Aplicada**. Alínea: Campinas-SP, 2012.
- ALMEIDA, E. S.; HADDAD, E. A.; HEWINGS, G. J. The spatial pattern of crime in Minas Gerais: An exploratory analysis. **Economia Aplicada**, v. 9, n. 1, p. 39-55, 2005.
- ANJOS JÚNIOR, O; CIRÍACO, J; SILVA, M. Testando a Hipótese de Dependência Espacial na Taxa de Crime dos Municípios da Região Sul do Brasil. **XIX Encontro de Economia da Região Sul** – ANPEC/SUL, Florianópolis, 2016.
- ANSELIN, Luc, **Spatial econometrics: Methods and models**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1988a
- _____. Lagrange multiplier test diagnostics for spatial dependence and spatial heterogeneity. **Geographical Analysis**, 20: 1–17, 1988b

- _____. Local Indicators de Spatial Association – LISA. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.
- ARAÚJO, Veneziano; VIEIRA, Dayane. Determinantes da criminalidade nos municípios paulistas: uma análise espacial. **I Congress Latin American and Caribben Reginal Science Association International. XV Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**. São Paulo, 2017.
- BALLER, Robert; ANSELIN, Luc; MESSNER, Steven; DEANE, Glenn; HAWKINS, Darnell. Structural Covariates of U.S. County Homicide Rates: Incorporating Spatial Effects. **Criminology**. Volume 39, nº 3, 2001.
- BARTELS, CP; KETELLAPPER, R. **Exploratory and explanatory analysis of spatial data**. Martinus Nijhoff, Boston, MA, 1979.
- BENNETT, R. **Spatial time series**. Pion, London, 1979.
- BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**. Disponível em: www.ibge.gov.br.
- CEARÁ. **Secretaria de Segurança Pública e Defesa Social – SSPDS/CE**. Disponível em: www.sspds.ce.gov.br.
- _____. **Instituto de Pesquisa Econômica do Estado do Ceará – IPECE**. Disponível em: www.ipece.ce.gov.br.
- CARVALHO *et al.* (2011). **Análise de Sobrevivência: teoria e aplicações em saúde**. Rio de Janeiro. Editora Fiocruz. 2ª ed.
- FARIAS, C. A.; FIGUEIREDO, A. M.; LIMA, J. E. Dependência espacial e análise de agrupamento de municípios para diferentes tipos de crime em Minas Gerais. **Reuna**, v. 13, n. 3, p. 67-83, 2008.
- GARCIA NETO, Abílio; SIMÃO, Carlos; MACHADO, Tomás; PARRÉ, José. Análise espacial dos crimes contra o patrimônio no estado de São Paulo. **I Congress Latin American and Caribbean Reginal Science Association International. XV Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**. São Paulo, 2017.
- GOMES, Carlos; EVANGELISTA, Thamirys; LIMA, Renata; PARRÉ, José. Determinantes do crime nos municípios de Minas Gerais e seus possíveis *spillovers* espaciais. **Economia-Ensaios**, 31 (2), 201-228, 2017.
- GRIFFITHS, E; CHAVEZ, J. Communities, Street Guns and Homicide Trajectories in Chicago, 1980-1995: Merging Methods for Examining Homicide Trends Across Space and Time. **Criminology**. Volume 42, Nº 4, 2004.
- HARTUNG, Gabriel Chequer. **Ensaio em Demografia e Criminalidade**. Tese (Doutorado em Economia) – Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, 2009.

- HORDIJK, L. Problems in estimating econometric relations in space. *Papers in Regional Science* 42: 99– 115, 1979.
- KELLING, G. and COLES, C. *Fixing Broken Windows: Restoring Order and Reducing Crime in Our Communities*, ISBN 0-684-83738-2, 1996.
- MEDEIROS, Cleber; CARVALHO, José; OLIVEIRA, Victor; Violência, Desenvolvimento e Demografia: uma análise espacial para a cidade de Fortaleza em anos recentes. *In: Economia do Ceará em Debate*, 2015.
- REGOECZI, W. C. The Impact of Density: The Importance of Nonlinearity and Selection on Flight and Fight Responses. *Social Forces*, 81(2), 505-530, 2002.
- PAELINCK, J; KLAASSEN, L. **Spatial econometrics**. Saxon House, Farnborough, 1979.
- PLASSA, W.; PARRÉ, J. L. A Violência no Estado do Paraná: Uma Análise Espacial das Taxas de Homicídios e de Fatores Socioeconômicos. *In: Anais do Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (ENABER)*, 13. 2015, Curitiba. Curitiba: ABER, 2015.
- SASS, K. S.; PORSSE, A. A., DA SILVA, E. R. H. Determinantes das taxas de crimes no Paraná: uma abordagem espacial. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, v. 10, n. 1, p. 44-63, 2016.

PROGRAMAS DE CIDADANIA FISCAL SÃO EFICAZES?

UMA AVALIAÇÃO DO PROGRAMA SUA NOTA VALE DINHEIRO

Elizângela Bezerra*
Márcio Veras**
Diego Carneiro***

RESUMO

O presente trabalho dedica-se a avaliar uma política de incentivos à cidadania fiscal implementada em 2005 no Estado do Ceará, denominada “Sua Nota Vale Dinheiro”. Para tanto, empregou-se a metodologia de diferenças em diferenças para aferir o impacto do programa sobre a arrecadação de ICMS no estado e confrontou-se o resultado com os custos diretos do mesmo, de modo a aferir sua viabilidade. Os resultados revelam que o programa gerou um aumento de cerca de 278 milhões de reais entre 2005 e 2017, enquanto que custou 206 milhões. Quando considera-se o custo de oportunidade por meio do cálculo do valor presente líquido, confirma-se que o programa é custo efetivo, ou seja, o benefício gerado supera o montante pago. Adicionalmente, a relação benefício custo indicou que para cada real aplicado pelo programa, elevou-se a arrecadação estadual em cerca de R\$ 1,30.

Palavras-chave: Avaliação de Impacto, Viabilidade Econômica, Programa Sua Nota Vale Dinheiro.

ABSTRACT

The present work is dedicated to evaluating a policy of incentives to fiscal citizenship implemented in 2005 in the State of Ceará, called "Seu Vale Vale Dinheiro". For this purpose, the methodology of differences in differences was used to assess the impact of the program on the collection of ICMS in the state and the result was compared with the direct costs of the same, in order to assess its viability. The results show that the program generated an increase of about 278 million reais between 2005 and 2017, while costing 206 million reais. When considering the opportunity cost by calculating the net present value, it is confirmed that the program is cost effective, that is, the benefit generated exceeds the amount paid. In addition, the cost-benefit ratio indicated that for each real applied by the program, the state revenue was raised by about R \$ 1.30.

Key words: Impact Assessment, Economic Feasibility, Your Money-Worth Note Program.

* SEFAZ/CE | elizamaral77@hotmail.com - (85) 99601-1969.

** CAEN/UFC | marciovcorrea@caen.ufc.br.

*** CAEN/UFC | dr.carn@gmail.com.

INTRODUÇÃO

A sonegação fiscal é uma problema recorrente em todo o mundo, a literatura econômica do crime atribui a racionalidade dos agentes o cálculo quanto aos custos e benefícios de se incorrer nesse tipo de comportamento, relevando de um lado o ganho certo de omitir informações ao fisco e, por outro, as chances de ser descoberto, assim como o tamanho da punição.

Dessa maneira, o peso da carga tributária e a eficiência da fiscalização fazendária seriam os institutos definidores do comportamento prevalecente entre os contribuintes. Contudo, estudos empíricos sugerem que essa relação é um pouco mais complexa, passando por problemas de informação incompleta que limita a capacidade dos agentes de estimar com precisão os valores esperados. Assim, agentes mais avessos ao risco tenderiam a superestimar o dano potencial da omissão, adotando um comportamento em estrita consonância com a norma legal.

Do ponto de vista sociológico, é possível argumentar que existe um código de ética que permeia a relação do fisco para com seus cidadãos, e tal convenção tácita pode variar significativamente em função de algumas variáveis. Pode-se destacar como fator motivador do *tax compliance* a transparência na aplicação dos recursos, assim como a percepção generalizada de que há um retorno positivo em termos serviços e bens públicos que justifique o peso dos tributos recolhidos.

Assim, a conscientização popular por meio da educação quanto à necessidade e destinação dos impostos teria como consequência esperada, não só uma maior cooperação tributária, como também o estabelecimento de um paradigma moral em que o financiamento do estado torna-se uma obrigação incontornável de todos os cidadãos. Há de se admitir que este processo requer mudanças profundas de hábitos e comportamentos que dificilmente se cumpriam a curto prazo, ensejando o uso incentivos mais diretos e imediatos.

Tendo isso em vista, vários programas de estímulo à cidadania fiscal tem sido implementado nos estados brasileiros, visando otimizar o recolhimento de impostos, particularmente nas relações cujo fato gerador é de mais difícil fiscalização. Essas políticas buscam de alguma forma premiar os contribuintes pela exigência da emissão dos documentos fiscais no ato da compra.

Dentro desse contexto essas campanhas podem ser divididas em duas categorias conforme o tipo de incentivo prestado: aquelas que devolvem parte do imposto recolhido

diretamente ao contribuinte e as que utilizam-se de sorteios baseados no volume de transações registradas. Assim, conforme a teoria levantada, esses ganhos monetários adicionais são acrescidos aos benefícios do comportamento cooperativo, tendendo a estimulá-lo.

Dada a importância do tema para as finanças públicas dos estados brasileiros, o presente trabalho dedica-se a avaliar uma política de incentivos à cidadania fiscal implementada em 2005 no Estado do Ceará, denominada “Sua Nota Vale Dinheiro”. Para tanto, empregou-se a metodologia de diferenças em diferenças para aferir o impacto do programa sobre a arrecadação de ICMS no estado e confrontou-se o resultado com os custos diretos do programa, de modo a aferir sua viabilidade.

O trabalho encontra-se dividido em mais quatro seções além dessa introdução. A seção dois traz o referencial teórico, a descrição detalhada do programa e um levantamento da literatura empírica. Na seção três são detalhadas a metodologia e a fonte dos dados utilizados. Na seção quatro analisam-se os resultados da estimação e, por fim, a seção cinco reporta as considerações finais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Referencial Teórico

O descumprimento das obrigações fiscais pode ser entendido a luz da teoria da economia do crime proposta por Becker (1968), em que assume-se que o indivíduo maximiza a utilidade esperada ao evadir impostos considerando a perspectiva incerta de ser punido. Essa abordagem pressupõe que o medo da punição seria a única razão para o não pagamento de impostos, sendo que na presença de uma fiscalização pouco eficiente, a evasão seria o comportamento estratégico dominante (ALLINGHAM e SANDMO, 1972).

Por outro lado, Alm e Schulze (1992) afirmam que além dos incentivos punitivos, questões morais e a aplicação transparente dos recursos são fatores que ajudam a explicar o *tax compliance*. Os autores observam ainda que a maioria dos agentes declara corretamente seus impostos independentemente de incentivos financeiros com que se defrontam.

Dessa maneira, apesar de existirem fatores que elevem a incerteza quanto à aplicação da legislação tributária, os indivíduos possuem outras motivações para o cumprimento de suas obrigações, como convenções sociais ou a impressão de ser beneficiado pela oferta de bens públicos (COWELL e GORDON, 1988; ELSTER, 1989). É possível ainda que os indivíduos calculem erradamente a probabilidade de punição, tendendo a superestimá-las em função de

informações incompletas (KAHNEMAN e TVERSKY, 1979).

O caso brasileiro é marcado pelo elevado nível de evasão fiscal, Mattos, Rocha e Toporcov (2013) apontam algumas razões para isso: (i) a inadequação dos sistema tributário frente as mudanças na estrutura econômica, com participação crescente de setores de difícil fiscalização; (ii) relativa facilidade por parte de pequenos comerciantes e profissionais liberais em esconder seu verdadeiro nível de renda em função do elevado número de transações envolvidas; (iii) haveria um padrão de comportamento socialmente aceito em que a não emissão do documento fiscal é a norma.

Rodrigues (2015) divide a sonegação fiscal em dois grupos: a evasão e a elisão. A evasão fiscal consiste na omissão intencional informações visando o recolhimento a menor do imposto devido. Já a elisão é o planejamento que utiliza métodos legais para minimizar a obrigação tributária que seria devida. Futema (2005) cita entre as práticas mais comuns de sonegação a venda sem documento fiscal e o subfaturamento.

Nesse contexto, as políticas públicas podem atuar de um lado tornando o monitoramento mais efetivo, mas por outro meio, afetando a norma social através da educação e incentivo à cidadania fiscal. Assim, a administração tributária deveria assumir uma posição de prestadora de serviços aos contribuintes e para tanto perseguir a simplificação no cumprimento das obrigações tributárias, bem como traduzir de forma clara a destinação dos recursos, sempre associando-a ao provimento de bens e serviços públicos (ALM e MARTINEZ-VAZQUEZ, 2007).

Dessa forma, a educação fiscal e a participação mais ativa da população sobre a alocação dos gastos tende a contribuir para cooperação no cumprimento das obrigações tributárias. Como argumenta Barros (2010) é necessário informar a população que pagar imposto é condição necessária ao funcionamento do estado.

2.2 O Programa Sua Nota Vale Dinheiro

Como explica Barros (2010), o uso de campanhas de incentivo à solicitação de nota fiscal no estado do Ceará remonta ao final dos anos 1950. Essas campanhas objetivaram aumentar a arrecadação por meio da conscientização dos contribuintes quanto a importância do tributo e os prejuízos causados em função da sonegação de impostos.

Os vários programas dessa natureza implementados no estado consistiram basicamente da distribuição de prêmios em dinheiro ou objetos através de sorteios. Para concorrer, o cidadão tinha que apresentar em algum órgão cadastrado determinado valor em documentos fiscais

válidos.

Uma mudança relevante só foi percebida a partir de 2003 com a campanha Nossa Nota, que passou a incluir nos sorteios, além das pessoas físicas, entidades da sociedade civil organizada. Essa estratégia visava o maior engajamento social no cumprimento das obrigações tributárias, assim como o fortalecimento dessas instituições (AMORIM e WEYNE, 2006).

O programa Sua Nota Vale Dinheiro foi criado em 2004 através da Lei nº 13.568 de 30 de dezembro, contudo a lei só foi regulamentada em maio de 2005 por meio da edição do Decreto nº 27.797. O grande diferencial com relação aos programas anteriores é que o bônus em dinheiro passou a ser distribuído de forma independente de sorteio.

Nas palavras do legislador, o programa objetivava conscientizar a população quanto à importância do tributo e sua função social, incentivando a participação da sociedade na exigência do documento fiscal, quando da aquisição de bens e serviços alcançados pela incidência do ICMS. Adicionalmente, visava incentivar as atividades educacionais, artístico-culturais, assistenciais, desportivas, ecológicas e demais atividades de interesse coletivo desenvolvidas por organizações sem fins lucrativos.

A principal ação do programa consiste em devolver ao contribuinte 0,5% do valor de face do documento fiscal apresentado a Secretaria da Fazenda, respeitados alguns condicionantes. Podem ser contemplados, desde que devidamente cadastrados, consumidores finais pessoas físicas e organizações sem fins lucrativos que desenvolvam programas de assistência, e promoção social e de melhoria na qualidade de vida da população.

Para fins de bonificação, são consideradas as primeiras vias dos documentos fiscais emitidos a partir de 1º de maio de 2005, referentes às saídas de mercadorias ou prestações de serviços sujeitos ao ICMS, realizadas diretamente para consumidor final. Assim, são consideradas as seguintes espécies de documentos fiscais:

- I - Nota Fiscal modelos 1 e 1-A;
- II - cupom fiscal emitido por Equipamento Emissor de Cupom Fiscal (ECF);
- III - nota fiscal de venda ao consumidor;
- IV - bilhete de passagem rodoviário.

Por outro lado não são aceitos documentos relativos a conta de energia elétrica, serviços de telecomunicações ou combustíveis de qualquer natureza. Da mesma forma, são desconsiderados as notas fiscais em desacordo com a legislação do ICMS ou cujo valor fosse inferior a 5 reais. O último item foi ajustado com o decorrer do tempo, passando para a R\$10

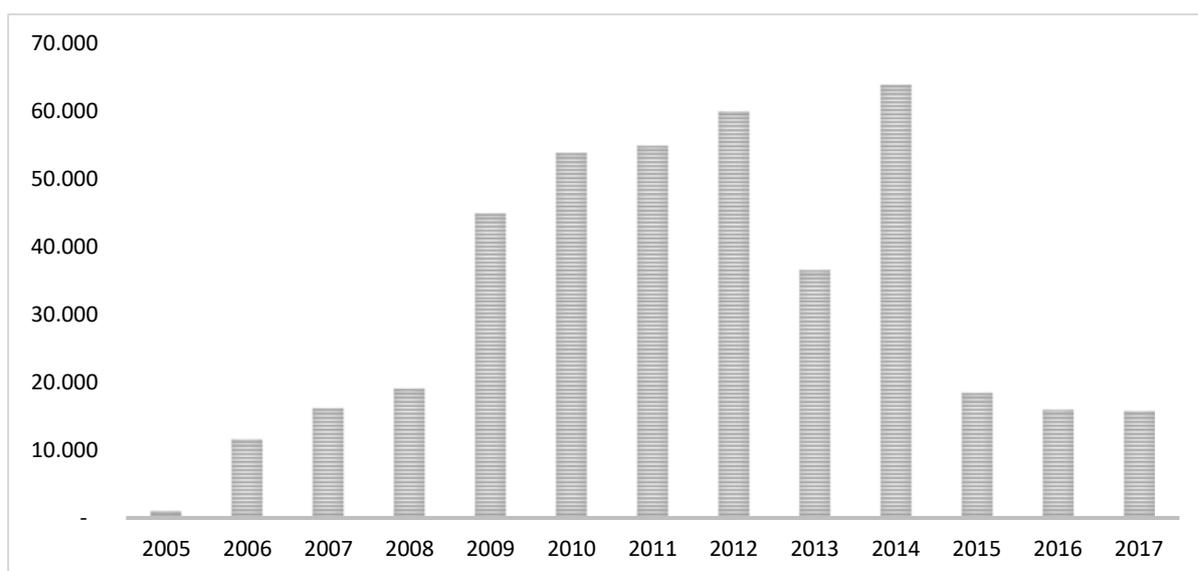
(2011) e depois R\$15 (2013).

Os documentos deveriam ser entregues diretamente na SEFAZ ou na Rede Credenciada da Campanha. A partir de 2009 foi instituída, de forma opcional, a Digitação Online dos Documentos Fiscais, como forma de agilizar a conferência dos mesmos e consequentemente a liberação dos pagamentos. A bonificação seria depositada mensalmente nas contas bancárias dos participantes cadastrados, desde que atingisse o valor mínimo de trinta reais. Em 2013, o lançamento online passa a ser obrigatório.

Ao longo de sua existência o programa passou por vários momentos, chegando a possuir mais de 60 mil beneficiários em 2014, em sua maioria pessoas físicas, contudo os dados apontam para um encolhimento do número de participantes, como pode ser visto no Gráfico 1. Na mesma direção, o Gráfico 2 mostra que o pico de desembolsos foi de R\$ 27 milhões no ano de 2012, em valores correntes, também seguido de uma queda a partir de 2015. E da mesma forma, o tíquete médio, que atingiu o ápice de R\$ 549 em 2008 chegou a apenas R\$ 170 em 2017 (Gráfico 3).

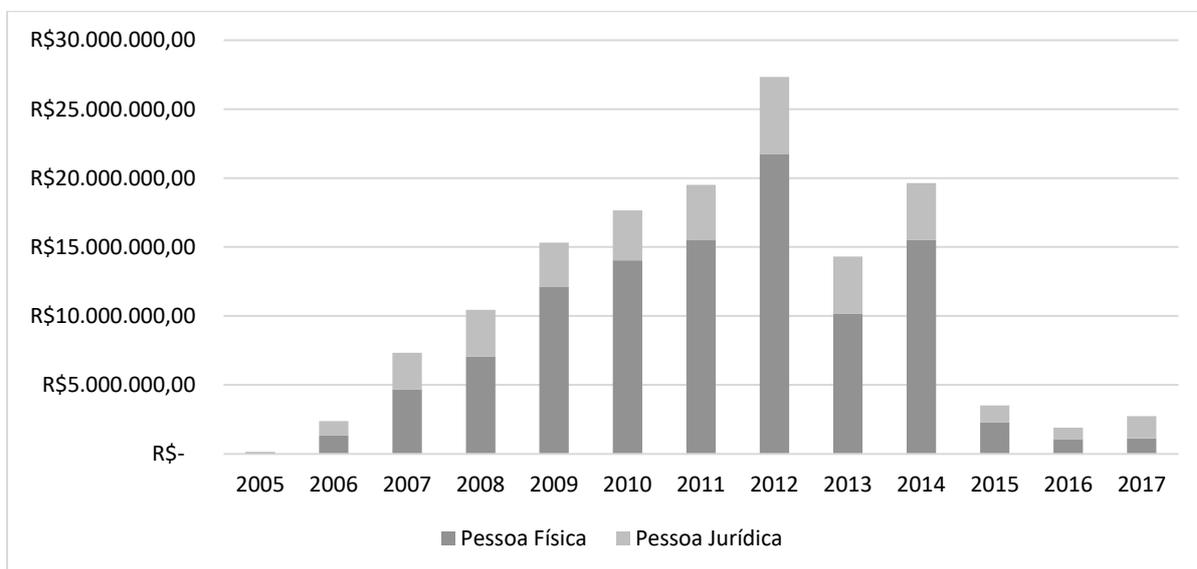
Essa dinâmica reflete a crise econômica iniciada no fim de 2014 e seu aprofundamento após 2015, que reflete diretamente sobre o consumo e consequentemente sobre o engajamento e a recuperação fiscal obtida pelo programa. Ao mesmo tempo, em função do ajuste fiscal realizado pelo governo do estado, parece ter havido uma redução temporária da frequência dos desembolsos.

Gráfico 1 – Evolução dos participantes do programa SNVD.



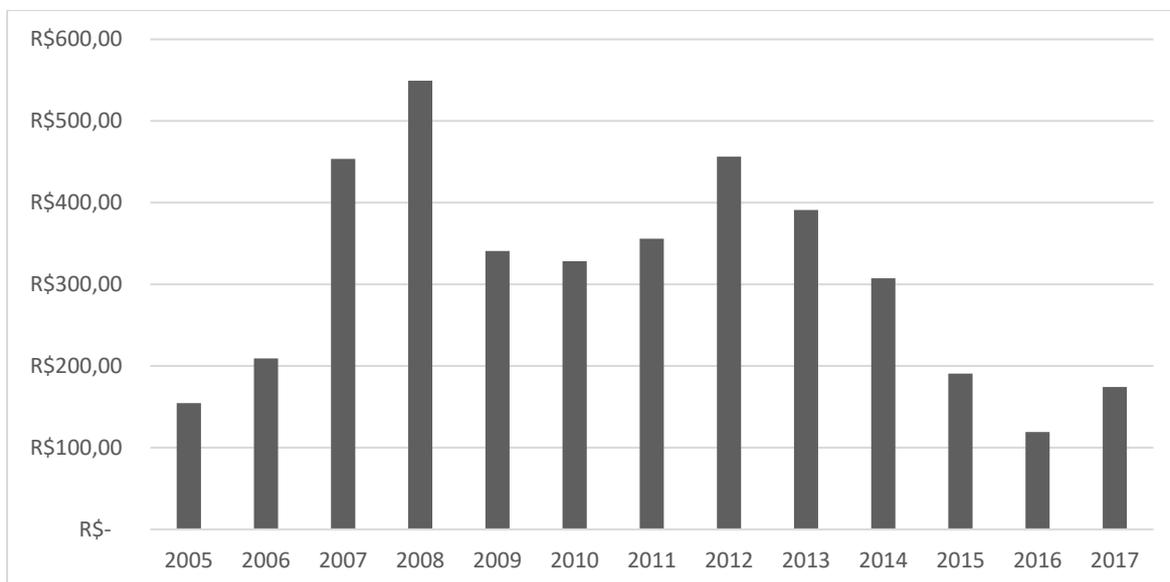
Fonte: SEFAZ/CE. Elaborado pela autora.

Gráfico 2 – Evolução dos desembolsos por pessoa física e jurídica.



Fonte: SEFAZ/CE. Elaborado pela autora.

Gráfico 3 – Tíquete médio dos participantes.



Fonte: SEFAZ/CE. Elaborado pela autora.

2.3 Literatura Empírica

Em um extenso levantamento bibliográfico sobre os programas de Incentivo à Cidadania Fiscal no Brasil, De Andrade et al. (2017) encontram 105 trabalhos acerca do tema. Os autores identificam duas principais vertentes na literatura: do ponto de vista jurídico, um grupo de

autores se debruça sobre a análise do marco regulatório desses programas e de outro, com viés quantitativo, buscam avaliar o impacto desse programa sobre indicadores de arrecadação de impostos.

Na perspectiva do direito, destaca-se Moreira (2014) que analisa a fundamentação legal dos programas assim como sua interface com a Lei de Responsabilidade Fiscal – LRF. No mesmo sentido, Carvalho et al. (2017) investigam a repercussão de tais programas num contexto de aprimoramento da governança pública. Os autores concluem que as inovações envolvidas nos programas de incentivo à cidadania fiscal ainda representam desafios aos legisladores.

Um outro conjunto de autores dedicaram-se a entender os efeitos das políticas em tela sobre o comportamento do agentes envolvidos, como contadores, cidadãos e empresários (DOS SANTOS, 2014). Em termos de estratégia, Paschoal (2012) aborda os diferentes tipos de incentivos e punições mais comumente adotados, enquanto Pereira (2014) avalia o estímulo à cidadania fiscal a luz do comportamento das novas gerações. Por fim, Silva (2012) avalia o grau de conscientização do cidadão mensurando a quantidade de pessoas que demonstram entendimento do papel de cidadania envolvido na solicitação de notas fiscais.

Do ponto de vista quantitativo destacam-se os trabalhos de Mattos, Rocha e Toporev (2013) e Naritomi (2015) sobre a Nota Fiscal Paulista, em que os autores encontram efeitos positivos sobre a arrecadação decorrentes da implementação do programa.

Especificamente para o programa Sua Nota Vale Dinheiro, vários autores dedicaram-se a estudá-lo por abordagens diversas. Clementino (2010), a partir de uma análise histórico-legal do programa, conclui que ele conseguiu a adesão em massa da sociedade, reforçando a ideia de que o ICMS é o tributo que financia em maior parte dos serviços públicos e garante o investimento em bens de uso coletivo. Além disso, o autor atribui papel central ao engajamento das entidades sociais que ajudaram a disseminar o programa pela busca de doações de notas fiscais.

Por outro lado, Rodrigues (2015), através de uma pesquisa qualitativa com os beneficiários do programa, conclui que apesar do pretense objetivo pedagógico e de conscientização da população, o programa não tem obtido os resultados esperados com relação ao caráter educativo ao qual também se propõe.

Já por uma vertente quantitativa, Barros (2010) estuda o efeito do valor dos lotes pagos pelo programa sobre a arrecadação de ICMS do setor terciário no Ceará utilizando um modelo

de regressão linear e conclui que uma elevação de 10% no valor pago tenderia a elevar em cerca de 1,5% a arrecadação estadual.

Palácio (2012) aborda o problema por meio de técnicas de séries temporais, realizando um teste de Chow para mudança estrutural atribuída ao programa. Os resultados mostram que a arrecadação elevou-se de forma mais acentuada após a implementação da política.

Na mesma direção, a partir de uma análise pré e pós programa, Silva (2012) encontra efeitos positivos associados a políticas de incentivo à cidadania fiscal cearense, concluindo que existem evidências de que ela é um bom mecanismo de controle da sonegação e, por conseguinte, de aumento da arrecadação.

Nota-se que nenhum dos trabalhos que tentaram extrair os efeitos do programa considerou a utilização de grupo de controle, atribuindo variações temporais endógenas da arrecadação ao impacto da política. Dessa maneira, pretende-se contribuir para literatura por meio de uma avaliação robusta que considere a presença de heterogeneidade não observada e controle tais variações por meio de grupos de comparação.

Adicionalmente, pretende-se realizar um análise de viabilidade econômico financeira, ou seja, confrontar os custos e benefícios da política de modo a comprovar ou refutar seu efeito líquido em termos de arrecadação de impostos.

3 METODOLOGIA E DADOS

3.1 Estratégia Empírica

A estratégia empírica consistirá de duas partes: análise de impacto e análise de viabilidade econômica. Para medir o efeito do programa sobre a arrecadação de ICMS será empregado o método de diferenças em diferenças que consiste na comparação das medidas condicionais de arrecadação antes e após a política. Já na segunda etapa será construído um fluxo de caixa descontado e calculado o valor presente líquido e a taxa interna de retorno da política.

3.1.1 Grupo de Controle

Em função do desenho do programa, pode-se utilizar a arrecadação de ICMS dos demais estados brasileiros como parâmetro de comparação para a arrecadação de estado do Ceará. Contudo, para que comparação espelhe o contrafactual do estado, deve-se excluir desse grupo aqueles que possuem políticas de incentivo à cidadania fiscal semelhantes a política cearense.

Para tanto, recorreu-se as legislações dos demais estados brasileiros de modo a

identificar aqueles que promovem a utilização dos documentos fiscais por meio de campanhas de premiação ou devolução dos valores recolhidos a título de ICMS. Assim, a lista de estados com políticas análogas ao programa Sua Nota Vale Dinheiro, e que portanto serão desconsiderados do grupo de comparação, pode ser visualizada no Quadro 1.

Quadro 1 – Programas de incentivo à cidadania fiscal nos estados brasileiros.

Estado	Programa	Criação	Incentivo
AL	Nota Fiscal Cidadã	2008	Sorteios a pessoas físicas e entidades sem fins lucrativos
AM	Nota Fiscal Amazonense	2015	Sorteios a pessoas físicas e entidades sem fins lucrativos
BA	Nota Premiada Bahia	1999	Sorteios a pessoas físicas e entidades sem fins lucrativos
CE	Sua Nota Vale Dinheiro	2005	Devolve 0,5% do valor de face da nota ao contribuinte ou entidade sem fins lucrativos.
DF	Nota Legal	2008	Sorteios a pessoas físicas.
GO	Nota Show de Bola	2009	Sorteios a pessoas físicas.
MA	Nota Legal	2015	Sorteios a pessoas físicas e entidades sem fins lucrativos
PA	Nota Fiscal Cidadã	2012	Sorteios a pessoas físicas.
PI	Sua Nota Bate um Bolão	2009	Sorteios a pessoas físicas.
PR	Nota Paraná	2015	Devolve 30% do ICMS recolhido a pessoas físicas ou entidades sem fins lucrativos.
RJ	Nota Fluminense	2016	Devolve 10% do ICMS recolhido a pessoas físicas.
RN	Nota Fiscal Potiguar	2017	Sorteios a pessoas físicas e entidades sem fins lucrativos
RO	Rondônia Nota 10	2009	Sorteios a pessoas físicas.
RR	Nota Fiscal Roraimense	2015	Sorteios a pessoas físicas e entidades sem fins lucrativos
SE	Nota da Gente	2010	Sorteios a pessoas físicas e entidades sem fins lucrativos
SP	Nota Fiscal Paulista	2007	Devolve 30% do ICMS recolhido a pessoas físicas ou entidades sem fins lucrativos.

Fonte: Elaborado pela autora com base nas legislações estaduais.

3.1.2 Modelo de Diferenças em Diferenças

O modelo de diferenças em diferenças, que consiste na dupla diferença de resultados médios entre os grupos de tratamento e controle pré e pós-tratamento. Esse método tem como hipótese central que os dois grupos teriam um trajetória comum, a qual seria desviada pelo tratamento no grupo de tratados. Assim, o diferencial da distância observada entre os dois

grupos retrataria o tamanho do efeito da intervenção.

De maneira formal, pode-se escrever o estimador de diferenças em diferenças como exposto a seguir:

$$DD = \{E[Y|Tratamento = 1; Tempo = 0; X] - E[Y|Tratamento = 0; Tempo = 0; X]\} - \{E[Y|Tratamento = 1; Tempo = 1; X] - E[Y|Tratamento = 0; Tempo = 1; X]\} \quad [1]$$

Onde Y é indicador de impacto considerado, $Tratamento$ é uma variável dicotômica que assume valor 1 para o estado do Ceará e 0 para os demais estados, $Tempo$ por sua vez é uma *dummy* com valor igual a 0 (zero) quando se tratar do período que antecede a política (antes de maio de 2005) e igual a 1 (um) no período posterior. Enquanto X representa o vetor de características observadas descritas no Quadro 1.

Assim, DD pode ser interpretado como o efeito médio do tratamento sobre os tratados, e pode ser interpretado como um modelo de regressão linear, conforme a seguinte especificação:

$$ICMS_{it} = \alpha + \gamma_1 Tratamento_i + \gamma_2 Tempo_t + \delta(Tratamento_i * Tempo_t) + \beta_1 Cr\u00e9dito Pessoa F\u00edsica_{it} + \beta_2 Cesta B\u00e1sica_{it} + \beta_3 Impostos Federais_{it} + \varepsilon_{it} \quad [2]$$

Sendo o efeito causal do programa aferido pelo par\u00e2metro da intera\u00e7\u00e3o entre tempo e tratamento, δ ; enquanto ε denota um termo de erro. Como as vari\u00e1veis utilizadas encontram-se dispon\u00edveis para per\u00edodos diferentes, optou-se por estimar modelos separados incluindo-as gradativamente e observando se a magnitude e/ou signific\u00e2ncia do resultado se altera.

3.1.3 An\u00e1lise de Retorno Econ\u00f4mico

A avalia\u00e7\u00e3o de retorno econ\u00f4mico visa a mensura\u00e7\u00e3o da viabilidade econ\u00f4mica do projeto, ou seja, compara-se os custos e benef\u00edcios do projeto de modo a verificar se ele \u00e9 economicamente vi\u00e1vel. No contexto do programa Sua Nota Vale Dinheiro, pela disponibilidade de dados, s\u00e3o considerados como custos apenas o valor devolvido aos contribuintes, que seguramente \u00e9 gasto mais representativo. J\u00e1 o benef\u00edcio ser\u00e1 a diferen\u00e7a de arrecada\u00e7\u00e3o atribu\u00edda a pol\u00edtica, obtida a partir da an\u00e1lise de impacto.

Dessa forma, a an\u00e1lise passar\u00e1 pelo c\u00e1lculo de tr\u00eas indicadores de viabilidade que est\u00e3o inter-relacionados: (i) Valor Presente L\u00edquido (VPL) dos custos e benef\u00edcios; (ii) Taxa Interna de Retorno – TIR, e (iii) Raz\u00e3o Custo/Benef\u00edcio. O VPL estima o retorno por meio da subtra\u00e7\u00e3o do valor presente do custo total pelo valor presente do benef\u00edcio total, de maneira formal, pode ser descrito como:

$$VPL = \sum_{t=0}^T \frac{VFB}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{VFC}{(1+r)^t}$$

Onde VF é o valor futuro e r é a taxa mínima de atratividade, aqui considerada a taxa SELIC. Para valores positivos do VPL, diz-se que o projeto é viável. Já a TIR remete ao custo de oportunidade do projeto, e é dada pela taxa mínima de atratividade que torna o VPL igual a zero, nesse caso se a TIR for maior que a taxa SELIC, o projeto é economicamente viável. Por fim, a razão Custo-Benefício consiste na divisão dos valores presentes benefícios pelos custos. Mede quanto foi o retorno para cada real investido na política, sendo desejável que seja maior do que 1.

3.1 A Fonte dos Dados

Para abordar o problema foram utilizados dados mensais da arrecadação de ICMS dos estados brasileiros, disponibilizados pelo Conselho Nacional de Política Fazendária – CONFAZ, compreendendo o período de janeiro de 1993 a dezembro de 2017. Todos os valores monetários foram corrigidos pelo Índice de preços ao Consumidor Amplo – IPCA.

Seguindo Mattos, Rocha e Toporev (2013), utilizou-se como variáveis explicativas para a arrecadação de ICMS o volume de crédito contratado por pessoas físicas, assim como o valor da cesta básica nas respectivas regiões metropolitanas¹. Os autores justificam a inclusão de tais variáveis pelo fato de que tanto a expansão do crédito como efeitos inflacionários tendem a afetar o nível de arrecadação.

Como não existe um indicador oficial mensal para o produto de todos os estados brasileiros, utilizou-se como *proxy* para o nível de atividade econômica a arrecadação mensal de impostos federais em cada unidade da federação. Como a legislação é uniforme entre as unidades federativas, acredita-se que sua variação acompanhe de perto a variação do PIB estadual. O resumo das variáveis utilizadas pode ser visualizado no Quadro 2.

Quadro 2 – Descrição das variáveis utilizadas no modelo

Variável	Descrição	Fonte
ICMS	Arrecadação Total de ICMS	Confaz
Crédito Pessoa Física	Saldo das operações de crédito do Sistema Financeiro Nacional - Pessoas Físicas	Bacen

¹ Disponível apenas para os estados: BA, CE, DF, ES, GO, MG, PA, PB, PR, PE, RJ, RN, RS, SC, SP e SE.

Cesta Básica	Custo Médio da Cesta Básica	Dieese
Impostos Federais	Arrecadação dos Impostos/Contribuições Federais Administrados pela Receita Federal	STN

Fonte: Elaborado pelo autor.

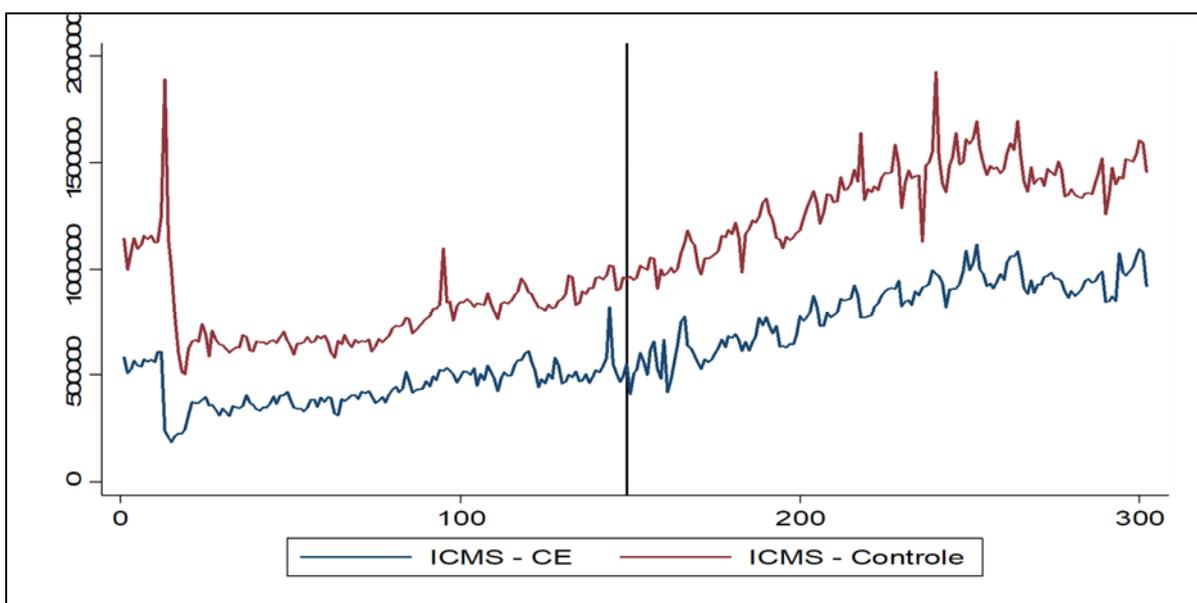
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Análise Descritiva

Como forma de situar a discussão quanto a validade das hipóteses assumidas a partir do método proposto e quanto a magnitude dos indicadores utilizados, é conveniente iniciar a análise observando as descritivas das variáveis utilizadas. Nesse sentido, o Gráfico 4 traz a trajetória das arrecadações de ICMS do estado do Ceará e do grupo de Controle entre janeiro de 1993 e dezembro de 2017.

Nota-se que os dois grupos tem trajetórias bastante semelhantes, particularmente no período que antecede o tratamento. Isso vai ao encontro da hipótese de trajetórias paralelas requeridas pelo método de diferenças em diferenças. No que se refere ao período pós tratamento, não é claro a partir da análise gráfica a mudança no sentido da trajetória, contudo parece haver uma inflexão ligeiramente mais negativa no grupo de comparação.

Gráfico 4 – Arrecadação de ICMS do Ceará e Grupo de Controle (1993.1 a 2017.12).



Fonte: Elaborado pela autora.

De forma complementar, a Tabela 1 traz as estatísticas descritivas do indicador de resultado e variáveis explicativas nos períodos anterior e posterior ao tratamento, segregadas

entre o estado do Ceará e grupo de Controle. Nota-se que no período analisado a arrecadação elevou-se de forma mais significativa na economia cearense, com uma elevação de 85,7%, quando comparada aos demais estados, que cresceram cerca de 81%.

Por outro lado, nota-se que a economia cearense parece ter seguido uma dinâmica semelhante a do grupo de controle, uma vez que com um crescimento médio no estado entre os períodos pré e pós tratamento foi parecido em todos os indicadores analisados. O maior diferencial diz respeito a elevação do crédito à pessoa física, que praticamente quintuplicou no período.

Tabela 1 – Estatísticas Descritivas das Variáveis Utilizadas

	Ceará		Controle	
	Pré-tratamento	Pós-tratamento	Pré-tratamento	Pós-tratamento
ICMS	439,09 (97,18)	815,54 (163,34)	570,69 (670,48)	1.032,51 (1.036,97)
Crédito Pessoa Física	5.096,98 (439,17)	24.154,69 (10.727,84)	9.631,86 (9.526,77)	34.944,79 (39.134,47)
Cesta Básica	283,46 (19,28)	330,33 (51,83)	314,60 (32,45)	367,15 (53,63)
Impostos Federais	409,78 (77,52)	1.406,34 (6.417,30)	692,26 (889,53)	2.577,78 (19.003,65)

Fonte: Elaborado pela autora. Desvios padrões entre parênteses.

Essa análise preliminar reforça a adequação do método utilizado, além de sugerir um possível efeito atribuível ao programa Sua Nota Vale Dinheiro. Apesar de bastante ilustrativa, para aprofundar as conclusões levantadas prossegue-se com a análise econométrica proposta na seção metodológica.

4.2 Análise dos Resultados Econométricos

Os resultados da estimação do modelo de diferenças em diferenças encontram-se disponíveis na Tabela 2. Como descrito anteriormente, optou-se por incluir gradativamente as variáveis de modo a captar eventuais mudanças do efeito do programa, em função da periodicidade dos dados e disponibilidade das informações entre os estados.

Percebe-se, de forma geral, que o modelo encontra-se bem especificado com coeficientes estatisticamente significantes e sinal esperado. O termo de ajustamento mostra-se considerável, apontando que a variação das covariadas explica cerca de 80% da variação da variável dependente. Da mesma forma o teste F de significância global rejeita a hipótese nula de que todos os coeficientes são conjuntamente nulos.

Em todas as especificações testadas observou-se efeito positivo do programa Sua Nota

Vale Dinheiro sobre a arrecadação de ICMS, contudo o efeito oscila consideravelmente, variando de 127 a 278 milhões de reais. Para fins da análise de viabilidade econômica será considerada a estimativa do modelo mais completo. A consistência das estimativas sugerem a efetiva existência de efeito do programa.

Tabela 2 – Resultados da Estimação.

Variável	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Tempo (t)	-300,14* (39,22)	-321,48* (61,27)	-321,89* (61,29)
Tratamento (T)	-71,22*** (42,63)	-474,21* (62,02)	-473,90* (62,03)
Sua Nota Vale Dinheiro (t x T)	127,04* (45,09)	278,39* (63,50)	278,03* (63,51)
Crédito Pessoa Física	0,025* (0,00)	0,02* (0,00)	0,02* (0,00)
Cesta Básica	- -	-2,56* (0,27)	-2,55* (0,27)
Impostos Federais	- -	- -	-0,001*** (0,00)
Constante	470,58* (37,42)	1,600,42* (103,44)	1.596,53* (103,47)
R ²	0,8309	0,8144	0,8145
Estados	12	7	7
Observações	2.007	1.176	1.176
F	1.917,19	1.307,27	1.114,47
Prob>F	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor. Nota: Erros padrão robustos entre parênteses; ***, ** e * denotam a significância aos níveis de 10%, 5% e 1%.

4.3 Análise de Retorno Econômico

A análise de impacto permitiu obter uma estimativa do efeito médio do programa Sua Nota Vale Dinheiro sobre a arrecadação de ICMS do estado do Ceará: R\$ 278,03 milhões de reais entre 2005 e 2017. Para atestar a viabilidade econômica da política faz-se necessário confrontar esse valor com seus respectivos custos, calculando os indicadores propostos na seção metodológica.

Na Tabela 3 encontram-se o histórico de valores pagos a título de premiação desde a

criação do programa. Os valores foram atualizados pelo IPCA a preços médios de 2017, permitindo compará-los com os dados de receita utilizados na estimação. Dessa forma, pode-se concluir que o total gasto com a política foi de R\$ 206,26 milhões de reais, sugerindo que o programa foi superavitário em R\$ 71,77 milhões durante esses 13 anos.

Tabela 3 – Desembolsos do programa Sua Nota Vale Dinheiro, milhões de reais.

Ano	Desembolso Nominal	Desembolso Real
2005	0,16	0,30
2006	2,42	4,54
2007	7,31	13,25
2008	10,44	17,91
2009	15,32	25,04
2010	17,66	27,48
2011	19,51	28,48
2012	27,33	37,86
2013	14,31	18,66
2014	19,64	24,08
2015	3,51	3,94
2016	1,90	1,96
2017	2,74	2,74
Total		206,26

Fonte: SEFAZ/CE. Elaborado pela autora.

Contudo, a simples comparação dos dois valores não permite ainda atestar a viabilidade da política, sendo necessário considerar também o custo de oportunidade do capital, ou seja, caso ele não tivesse sido empregado no programa poderia ter sido aplicado no mercado financeiro e renderia uma remuneração para o estado, aqui assumida equivalente a taxa SELIC².

Mas para isso é necessário também construir o fluxo de caixa da política com entradas e saídas ao longo dos anos. Como o método econométrico oferece apenas o valor total do benefício, assumiu-se três premissas: (i) primeiro considerou-se que a receita foi dividida em 13 parcelas iguais e constantes ao longo do tempo, (ii) posteriormente considerou-se que as receitas variaram de forma proporcional aos desembolsos do programa e, por fim, (iii) que estas

² Como os valores já foram deflacionados deve-se considerar a taxa real, ou seja, descontada a inflação que no período considerado foi de aproximadamente 5,86% a.a.

variaram conforme a arrecadação de ICMS do estado. Os três cenários podem ser visualizados na Tabela 4.

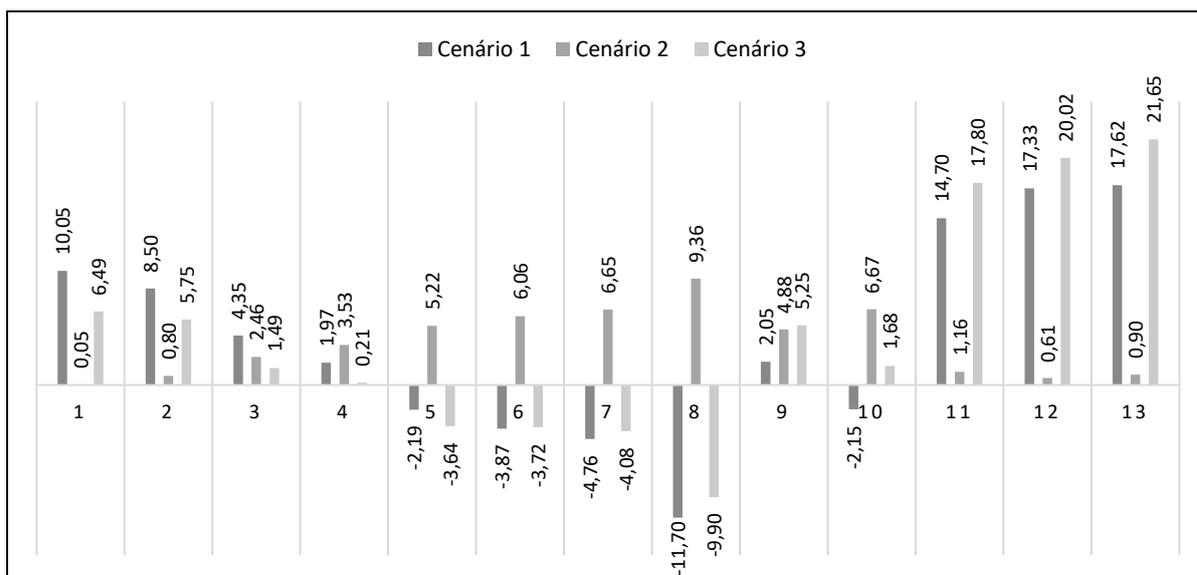
Tabela 4 - Fluxos de caixa da receita adicional obtida pelo programa.

Cenário	1	2	3
Ano	Parcelas Iguais	Proporcional ao Desembolso	Proporcional a Arrecadação
2005	21,39	0,41	13,90
2006	21,39	6,12	15,94
2007	21,39	17,86	16,04
2008	21,39	24,15	18,28
2009	21,39	33,76	18,96
2010	21,39	37,05	21,62
2011	21,39	38,39	22,41
2012	21,39	51,03	23,92
2013	21,39	25,15	25,64
2014	21,39	32,46	26,20
2015	21,39	5,31	25,06
2016	21,39	2,65	24,40
2017	21,39	3,69	25,66
Total	278,03	278,03	278,03

Fonte: Elaborado pela autora.

O Gráfico 5 traz o fluxo de caixa descontado para nos três cenários de distribuição da receita, nota-se que, exceto no Cenário 2, os outros apresentam momentos resultado líquido negativo, em que a entrada de receita não cobre os desembolsos com o programa. Mas por outro lado, predominam os momentos de efeito positivo, ou seja, com uma elevação da arrecadação superior aos gastos.

Gráfico 5 – Fluxo de caixa descontado do programa Sua Nota Vale Dinheiro.



Fonte: Elaborado pela autora.

Uma consequência de valores negativos no fluxo de caixa é que não existe uma TIR única que zere o valor presente líquido, inviabilizando essa parte da análise. Contudo, as análises do VPL e benefício custo parecem fornecer um indicativo sólido da viabilidade do programa, como pode ser visualizado na Tabela 5.

Tabela 5 – Indicadores de viabilidade por cenário

	VPL	Benefício/ Custo
Cenário 1	50,42	1,36
Cenário 2	48,88	1,35
Cenário 3	42,93	1,31

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota-se que em todos os cenários o valor presente líquido foi positivo, indicando que a receita extra do programa supera seu custo, inclusive o de oportunidade. Na mesma direção, a razão benefício custo indica que, em média, para cada real despendido na execução do programa o estado recuperou mais de R\$ 1,30.

Dessa maneira, este trabalho contribui para a literatura ao encontrar evidências de que programas de cidadania fiscal, como o Sua Nota Vale Dinheiro, implementado no Estado do Ceará são não apenas eficazes para elevar a arrecadação de ICMS como também aparentemente o fazem de forma economicamente viável. Assim, justifica-se a adoção da estratégia adotada em vários estados brasileiros de incentivar a exigência de documento fiscal.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evasão fiscal é um problema em todo o mundo, de modo que existe um esforço

governamental de longa data no sentido de conscientizar os cidadãos quanto a suas obrigações tributárias. Nesse intuito, várias modelagens de políticas foram testadas, envolvendo alguma forma de premiação ao contribuinte como retribuição a cooperação para com o fisco.

No âmbito dos estados brasileiros as estratégias variam desde simples sorteios atrelados aos documentos fiscais emitidos ou até mesmo a devolução parcial ou integral do tributo. Nesse sentido, o presente trabalho focalizou a avaliação do programa Sua Nota Vale Dinheiro, implementado pela Secretaria da Fazenda do Ceará em 2005, e que devolve parte do valor arrecadado a título de ICMS aos contribuintes que apresentarem as notas fiscais das compras realizadas.

A análise consistiu de duas fases: inicialmente empregou-se o modelo de diferenças em diferenças para calcular o impacto da política sobre a arrecadação de ICMS do estado, tomando como grupo de controle um conjunto de estados sem políticas semelhantes. Em seguida utilizou-se esse resultado e os dados de custeio da política para verificar sua viabilidade econômica.

Os resultados revelam que o programa gerou um aumento de cerca de 278 milhões de reais entre 2005 e 2017, enquanto que custou 206 milhões. Quando considera-se o custo de oportunidade por meio do cálculo do valor presente líquido, confirma-se que o programa é custo efetivo, ou seja, o benefício gerado supera o montante pago. Adicionalmente, a relação benefício custo indicou que, para cada real aplicado no programa, elevou-se a arrecadação estadual em cerca de R\$ 1,30.

Com as evidências encontradas espera-se ter contribuído para a literatura sobre avaliação de políticas e gestão fiscal. Ademais, as análises tecidas permitem inferir que aqueles estados que ainda não fazem uso desse tipo de estratégia poderiam adotar tal modelagem para incrementar seu potencial arrecadatário.

REFERÊNCIAS

ALLINGHAM, G. & SANDMO, A. (1972). Income tax evasion: A theoretical analysis. *Journal of Public Economics*, 1:323–338.

ALM, J. & MARTINEZ-VAZQUEZ, J. (2007). Tax morale and tax evasion in latin america. International Studies Program Working Paper Series, at AYSPS GSU paper 0704, Andrew Young School of Policy Studies, Georgia State University.

AMORIM, Márcio William França; WEYNE, Walda Maria Mota. *SEFAZ: Tributo à História*. Fortaleza: Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará, 2006.

BARROS, Lúcia Maria de Sousa. Programa sua nota vale dinheiro na arrecadação do Estado do Ceará. 2010. 43f. Dissertação (mestrado profissional em economia do setor público - Sobral) - Programa de Pós Graduação em Economia, CAEN, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2010.

BECKER, G. (1968). Crime and punishment: An economic approach. *The Journal of Political Economy*, 76:169–217.

CARVALHO, J. A. B. et al. O Programa Nota fiscal gaúcha: tributação, capital social, controle popular e cidadania na prática. **Revista Espacios**, Caracas, v. 38, n. 4, p. 19, set. 2017.

CLEMENTINO, Jan Dennis Araujo. Educação fiscal e o papel do programa sua nota vale dinheiro no estado do Ceará. 2010. 75 f. Monografia (Graduação em Direito) - Faculdade de Direito, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

COWELL, F. A. & GORDON, J. (1988). Unwillingness to pay : Tax evasion and public good provision. *Journal of Public Economics*, 36:305–321.

DE ANDRADE, James Vanin et al. Programas de cidadania fiscal: análise do estado da arte em programas de cidadania. *Revista Stricto Sensu*, v. 2, n. 2, 2017.

ELSTER, J. (1989). Social norms and economic theory. *The Journal of Economic Perspectives*, 3:99–117.

FUTEMA, Fabiana. Sonegação fiscal cresce e atinge quase 30% das empresas, diz IRTP. **Folha Online**, ago. 2005. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u99401.shtml>>. Acesso em: 19 set. 2009.

KAHNEMAN, D. & TVERSKY, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47:263–291.

MATTOS, Enlison; ROCHA, Fabiana; TOPORCOV, Patrícia. Programas de incentivos fiscais são eficazes?: evidência a partir da avaliação do impacto do programa nota fiscal paulista sobre a arrecadação de ICMS. *Revista Brasileira de Economia*, v. 67, n. 1, p. 97-120, 2013.

MOREIRA, C. T. C. **Natureza jurídica dos incentivos decorrentes dos programas estaduais de estímulo à emissão de nota fiscal e sua aderência à Lei de Responsabilidade Fiscal**. 2014. 120 f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade Católica de Brasília, Brasília.

SILVA, Nathalia Fontenele. Programa 'sua nota vale dinheiro': uma avaliação dos seus efeitos sobre a arrecadação de ICMS no comércio varejista cearense. 2012. 37 f. Dissertação (mestrado profissional em economia do setor público) - Programa de Pós Graduação em Economia, CAEN, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 2012.

PALÁCIO, Maria Iara Henrique. O impacto do programa sua nota vale dinheiro sobre a arrecadação do ICMS no Estado do Ceará. 2012. 43 f. Dissertação (mestrado profissional em economia do setor público - Cariri) - Programa de Pós Graduação em Economia, CAEN, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 2012.

PASCHOAL, B. V. L. **Punição, recompensa, persuasão e ajuda:** estratégias regulatórias a partir do caso nota fiscal paulista. 2012. 212 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Direito de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.

PEREIRA, A. N.; ANDRADE, V. V.; FARIA, A. C. Nota fiscal paulista: um estudo exploratório sobre o comportamento do cidadão da geração Y na grande São Paulo. **Revista Gestão e Políticas Públicas**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 357-378, nov. 2014.

DOS SANTOS, G. C. et al. Nota fiscal gaúcha: uma análise Técnica. **Anais VIII Seminário de Iniciação Científica do Curso de Ciências Contábeis da FSG**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 417-431, 2014.

SILVA, R. M. A. **Políticas públicas em cidadania fiscal:** análise do comportamento do cidadão usuário do programa todos com a nota, do governo do estado de Pernambuco. 2012. 127 f. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresa, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.

NARITOMI, J. Consumers as Tax Auditors. **London School of Economics**, Londres, 2015. Disponível em: http://www.med.uio.no/helsam/english/research/news-and-events/events/conferences/2015/vedlegg-warsaw/naritomi_enforcement_april2015_2.pdf. Acesso em: 24 jul. 2017.

TECNOLOGIAS SOCIAIS DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO: EFEITOS NA RENDA E NA SUSTENTABILIDADE DOS AGRICULTORES FAMILIARES CEARENSES

Maria Josiell Nascimento da Silva*

Ahmad Saeed Khan**

RESUMO

Em um cenário de mudanças climáticas, em que os agricultores familiares do semiárido tendem a ser severamente afetados pelo aumento da seca, as tecnologias sociais de reaproveitamento de água da chuva e dos efluentes domésticos surgem como uma alternativa para tornar este público menos vulnerável. Essas tecnologias sociais tem como objetivo conferir melhorias de renda e a disseminação da agricultura agroecológica, permitindo uma melhor adaptação dessa população aos efeitos da restrição hídrica da região. Desta forma, este trabalho analisa o efeito dessas tecnologias de reaproveitamento de água sobre a renda e a sustentabilidade ambiental da produção dos agricultores familiares do semiárido cearense, por meio do *propensity score matching*. Os resultados encontrados foram positivos, evidenciando o potencial das tecnologias para melhorar as condições de convivência dos pequenos agricultores cearenses.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas; Agricultores Familiares; Reaproveitamento de Água; Irrigação.

WATER RECOVERY TECHNOLOGIES FOR IRRIGATION: EFFECTS ON INCOME AND SUSTAINABILITY OF CEARENSE FAMILY FARMERS

ABSTRACT

In a climate change scenario where semi-arid family farmers tend to be severely affected by increased drought, social technologies for the reuse of rainwater and domestic effluents are emerging as an alternative to make this public less vulnerable. These social technologies aim to provide income improvements and the spread of agroecological agriculture, allowing a better adaptation of this population to the effects of water restriction in the region. Thus, this paper

* Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Economia Rural-PPGER/UFC.
E-mail: nascimentojosiell@hotmail.com. telefone (88) 999639388.

** Professor dos cursos de Pós-Graduação em Economia Rural e Desenvolvimento e Meio Ambiente, pesquisador visitante da URCA. E-mail: saeed@ufc.br.

analyzes the effect of these technologies of water reuse on income and environmental sustainability of the production of family farmers in the semiarid region of Ceara, through the propensity score matching. The results were positive, highlighting the potential of technologies to improve the living conditions of small farmers in Ceara.

Keywords: Climate changes; Family farmers; Water reuse; Irrigation

Classificação JEL: Q18; Q15; R58

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são um dos maiores desafios a serem enfrentados no século XXI, e seus impactos sob os pequenos agricultores ao redor do mundo tendem a ser desproporcionalmente maior que para outros segmentos da sociedade (CUNHA *et al.*, 2013; HARVEY *et al.*, 2018). A vulnerabilidade desses pequenos agricultores se torna ainda maior, segundo Altieri e Koohafkan (2008) devido a sua limitada capacidade adaptativa, especialmente da agricultura de sequeiro.

A localização geográfica é outro ponto de destaque no que tange à vulnerabilidade às mudanças do clima. Os agricultores familiares do semiárido nordestino estão suscetíveis a uma grave redução de suas atividades devido à ameaça de redução da disponibilidade de água na região perante o atual cenário de mudanças climáticas (MARENGO, 2008, MARENGO *et al.*, 2018; MARENGO, TORRES, ALVES; 2018). Marengo e Bernasconi (2015) enfatizam que, a longo prazo, a projeção é de que o semiárido nordestino sofra redução das chuvas, aumento das temperaturas e secas mais frequentes, podendo tornar-se uma região árida. Além disso, os autores ressaltam que a concretização das projeções aliada à deterioração do meio ambiente causada por práticas agrícolas não sustentáveis, elevará o risco de desertificação.

Diante de um cenário negativo que vai se tornando real com o passar do tempo, há uma demanda urgente por estratégias de convivência com a seca. Essas estratégias podem ter como instrumento as tecnologias sociais, entendidas como uma solução desenvolvida e/ou aplicada em interação com a população local e apropriada por ela, com um baixo custo, simplicidade de manuseio e capacidade de replicação (SOUSA *et al.*, 2017). Algumas delas se encontram em execução desde o início dos anos 2000, caso do Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido – P1MC, implementado pela Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA) e cujo objetivo é a construção de um milhão de cisternas de 16 mil litros para armazenar água da chuva para o consumo humano das famílias da região (NEVES *et al.*, 2010).

Tendo em vista o sucesso do PIMC, a mesma organização em 2007 deu início ao Programa Uma Terra e Duas Águas – P1+2, que também consiste em construir cisternas de placas para armazenar água da chuva, com capacidade de 52 mil litros para ser usada na produção agrícola (ALENCAR, JUSTO e ALVES, 2018).

Além das cisternas de placas, uma outra iniciativa que vem se destacando no bojo das tecnologias sociais de convivência com o semiárido é o Projeto Bioágua Familiar, uma iniciativa que busca a construção de sistemas de reutilização de águas cinzas também para produção agrícola (JALFIM e SANTIAGO, 2017). Esta é uma iniciativa recente dado que suas primeiras unidades construídas no Ceará datam de 2014 apenas como experimento. Sendo que somente no ano de 2016 é que foram implantadas unidades da tecnologia em alguns municípios do Ceará.

O objetivo desse estudo é analisar o efeito do uso de tecnologias de reaproveitamento de água para irrigação (reuso de águas cinzas e cisternas de segunda água) sobre a renda agrícola e sustentabilidade ambiental da produção dos agricultores familiares do semiárido cearense.

Dessa forma busca-se informações ainda inexistentes quanto à importância dos Projeto de Reuso de Águas Cinzas e Cisternas de Segunda Água para promover uma maior adaptabilidade de agricultores à seca. Estudos dessa natureza adquirem maior importância dada a necessidade de avaliar, expandir e aprimorar os projetos, programas e políticas voltados à criação de resiliência a estressores climáticos junto a pequenos agricultores do semiárido brasileiro. Outras contribuições do estudo são a utilização de dados primários que possibilitam a percepção da problemática em estudo a partir da observação “in loco” - Deressa et al (2009) e Thathsarani e Gunaratne (2018) ressaltam a importância de estudos em uma escala local como forma de contemplar as especificidades locais - e o levantamento de informações sobre um tema incipiente em pesquisas acadêmicas como é o caso do reuso da água na agricultura.

Os dados usados na pesquisa foram coletados em julho de 2018, o sétimo ano consecutivo de seca no Nordeste brasileiro, considerado o período de seca mais longo que o Ceará enfrentou de acordo com Brito *et al.* (2017), o que ocasionou grande redução do volume de água armazenada nos reservatórios. Em maio de 2012 o estado contava com uma capacidade de 48,9% de água acumulada e em 2017 esse percentual foi reduzido para 12,15% (GONDIM *et al.*, 2017), o que tornou a população semiárida do estado do Ceará mais vulnerável a perdas de safras.

Para ser possível mensurar os impactos das tecnologias de reaproveitamento de água,

foi utilizado o *Propensity Score Matching*, uma metodologia que consiste em parear indivíduos beneficiados (tratados) pelas tecnologias com indivíduos não beneficiários (controle).

2. REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA PARA MELHOR CONVIVER COM O SEMIÁRIDO

A agricultura familiar de pequeno porte é a principal atividade rural do semiárido brasileiro, entretanto sua continuidade e desenvolvimento são limitados pelas condições edafoclimáticas da região (CASTRO, 2012). De acordo com Claessens et al. (2012) as alterações climáticas (no caso a seca), exacerbam a vulnerabilidade da população que depende da agricultura para sua subsistência o que faz com que as iniciativas que se propõe a oferecer alternativas para garantir acesso à água para que os pequenos produtores possam dar continuidade às atividades agrícolas, mesmo em períodos de grande estiagem, são primordiais para o desenvolvimento rural desse território.

Há projetos que pretendem promover uma melhor convivência com o semiárido não só por meio do acesso a água, mas também por meio do incentivo de um alinhamento entre a agricultura praticada na região com os princípios agroecológicos. Se enquadram nesse perfil o P1+2 e o reuso de águas cinzas, que são programas que visam dar ou ampliar o acesso a água para irrigação para que pequenos produtores tenham condições de produzir uma maior diversidade de culturas e durante todo o ano (GNADLINGER, SILVA e BRITO, 2008).

O P1+2 é um programa desenvolvido pela ASA e foi lançado em 2007, com o objetivo de consolidar as estratégias de convívio com o clima semiárido. Nesse programa são adotadas tecnologias simples e baratas que os agricultores possam dominar¹.

As cisternas construídas pelo programa, através de diversas instituições que têm parceria com a ASA, têm capacidade para armazenar 52 mil litros de água. Cerca de 300mm de precipitação são suficientes para que fiquem cheias (ASA, 2019). Como desdobramento, as famílias cercam a área e, em volta dela, fazem os canteiros para produzir os produtos básicos para a segurança alimentar (MALVEZZI, 2007).

A pretensão é oferecer o maior número possível de cisternas, entretanto, dada a limitação do programa, existem alguns critérios para dar prioridade de participação para os domicílios mais vulneráveis. Segundo a ASA (2019), os domicílios que têm prioridade são os que são chefiados por mulheres, os que possuem crianças de 0 a 6 anos, crianças frequentando

¹ O projeto concentra esforços para fomentar a elaboração de processo participativos de gestão hídrica, onde visa promover a soberania, a segurança alimentar e nutricional e a geração de emprego e renda às famílias agricultoras, por meio do acesso e manejo sustentáveis da terra e da água para produção de alimentos (ASA, 2019).

a escola, pessoas de 65 anos ou mais e pessoas com deficiência física ou mental.

As cisternas, segundo Castro (2012), são uma forma de diminuir os problemas gerados pela escassez hídrica no semiárido, pois a partir do início da construção das cisternas na região foi inaugurada uma nova fase de convívio com o semiárido em relação à segurança hídrica e alimentar. Alencar, Justo e Alves (2018), ressaltam que o P1+2, por meio da construção das cisternas, dá aos pequenos agricultores a chance de expandirem o cultivo e a variedade destes, o que contribui para a segurança alimentar, renda e qualidade de vida dos beneficiários.

Mais recentemente, em 2014, um outro projeto, também com finalidade de expandir a oferta de água para irrigar pequenos cultivos no semiárido brasileiro foi iniciado, o programa de Reuso de Águas Cinzas. Esse projeto foi iniciado na região pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) no Rio Grande do Norte, com o Projeto Bioágua Familiar, que foi iniciado em 2009 com a fase de pesquisas (SANTIAGO *et al.*, 2015).

O projeto foi inspirado em experiências de outros países como a China e Israel, países que também sofrem com a escassez de recursos hídricos e encontram na reutilização dos efluentes domésticos uma forma de expandir a disponibilidade de água para irrigação (SANTOS *et al.*, 2016). Além da baixa disponibilidade de água para irrigação, há também a preocupação da inadequada disposição dos resíduos e a degradação ambiental provocada. No semiárido brasileiro foi iniciado pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) no Rio Grande do Norte em 2009 com a fase de pesquisas (SANTIAGO *et al.*, 2015).

A tecnologia social desenvolvida no Projeto Bioágua Familiar consiste em um mecanismo composto por uma caixa de gordura, um filtro biológico (que contém duas camadas de material orgânico, húmus e serragem de madeira, e duas camadas de material inorgânico, cascalho e seixo rolado), um tanque de reuso para armazenar a água oriunda da filtração, um sistema de irrigação por gotejamento e uma eletrobomba (SANTIAGO *et al.*, 2015).

Esse sistema se desenvolveu em duas fases. De 2009 a 2013 consistiu em pesquisas básicas experimentais com as três unidades iniciais e a segunda fase, de 2013 a 2015, se tratou de expandir as unidades para 200. A partir de 2015 o projeto se expandiu ainda mais e passou a beneficiar outras famílias e órgãos estaduais estão disseminado e aplicando a tecnologia no Rio Grande do Norte, Ceará e Bahia (JALFIM e SANTIAGO, 2017).

Para além dos programas desenvolvidos pelos governos estaduais, no Ceará houve a instalação de outras unidades da tecnologia que foram implantadas por uma parceria entre a

Fundação Banco do Brasil e o Instituto Elo Amigo². Essas unidades foram construídas em 2016, e desde então estão sendo utilizadas.

Nessa perspectiva, as tecnologias de reaproveitamento de água para produção de pequena escala configuram-se como uma estratégia de convivência com o Semiárido, oferecendo, além acesso a água para irrigação, a redução do desperdício desse bem, pois coleta a água da chuva evitando perdas por escoamento e evaporação, ou então trata a água dos efluentes domésticos, que geralmente são depositados a céu aberto, e acaba por degradar as áreas em que são despejados e oferecem riscos à saúde (SILVA *et al.*, 2017).

Essas tecnologias objetivam promover uma maior segurança alimentar e nutricional e fomentar a geração de renda para as famílias beneficiadas, por meio da produção sustentável. Os projetos de reaproveitamento da água se caracterizam como iniciativas que atendem aos princípios de convivência com o semiárido. Os beneficiários do programa também são capacitados e estimulados a formar bancos de sementes comunitários e a criação de quintais produtivos e agroflorestas (ASA, 2019). Dessa forma, os pequenos produtores familiares do semiárido podem aprimorar suas estratégias de produção e estocagem de recursos, indicando um direcionamento para que a região se torne mais produtiva e sustentável.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo e descrição da amostra

A área de estudo é o semiárido cearense, devido a sua histórica exposição a períodos de recorrentes de estiagem e a presença de famílias beneficiadas com o Projeto Bioágua Familiar. Como subárea optou-se pelo município de Iguatu, localizado na região centro-sul do estado, uma área suscetível a longos período de estiagem, devido a seu clima tropical semiárido, caracterizado pela irregularidade de chuvas no tempo-espaço. O município apresenta características similares à maioria das demais cidades do estado e com temperaturas acima dos 25° C (IPECE, 2018). Dessa forma, os resultados encontrados para este município podem ser orientadores úteis em processos de decisão requeridos em outras áreas localizadas no semiárido cearense. Outro fator que justifica a escolha do município é o fato de ser o primeiro do estado a receber as unidades do reuso de águas cinzas para fins agrícolas, portanto, as unidades dessa tecnologia estão em pleno funcionamento desde 2016, podendo ser captados os seus efeitos.

² O Elo Amigo é uma OSCIP que atua no desenvolvimento de projetos voltados a agroecologia familiar e a convivência com o Semiárido na região Centro-Sul do Ceará (ELO AMIGO, 2019).

Os dados utilizados foram de origem primária, obtidos por meio de questionários aplicados junto às famílias beneficiadas e não beneficiadas pelo programa durante o mês de julho de 2018.

Foram coletadas informações de 65 beneficiários. Essa amostra foi calculada seguindo Fonseca e Martins (1996):

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2 * (N-1) + Z^2 * p * q} \quad (1)$$

Em que:

n = tamanho da amostra

Z = escore Z correspondente a um nível de confiança escolhido, expresso em número de desvio

p = % a qual o fenômeno se verifica

q = percentagem complementar

N = tamanho da população

e = erro máximo permitido

As tecnologias de reaproveitamento de água para produção agrícola beneficiam 101 famílias no município de Iguatu (população do estudo = N), que se encontram espalhadas em diferentes áreas desse município. Ao ser considerada um nível de confiança de 95% ($Z = 1,96$) e um erro máximo de 7% (e), assumindo que há 50% de chance de o evento ocorrer ($p=q=50\%$), obteve-se uma amostra de 65 famílias (grupo tratamento). Também foram coletadas informações de outros 90 agricultores familiares não beneficiários de nenhuma dessas tecnologias no município de Iguatu e que vivem próximo aos beneficiários e em condições similares, estabelecendo, assim, o grupo de controle. A amostra no grupo de não beneficiários pode ser definida considerando-se um tamanho maior que 10% em relação ao grupo de beneficiários, para possibilitar uma maior qualidade no pareamento requerido no método Propensity Score Matching. Desse modo, tem-se que a pesquisa foi realizada com um total de 155 famílias que foram classificadas em dois grupos, um com as famílias de agricultores que possuem tecnologia de reaproveitamento de água residencial e/ou da chuva, e um segundo grupo formado por famílias agricultoras que não possuem nenhuma tecnologia de reaproveitamento de água.

3.2 Índice de Sustentabilidade Agrícola

Com vistas a proporcionar uma melhor elucidação das características ambientais, consideradas neste trabalho como sendo as práticas adotadas na produção agrícola dos beneficiários e não beneficiários das tecnologias de reaproveitamento de água, foi elaborado um Índice de Sustentabilidade Agrícola (ISA), conforme expressão:

$$ISA = \frac{1}{w} \sum_{y=1}^w I_y \quad (2)$$

Em que:

ISA = índice de sustentabilidade agrícola

I = escore do y-ésimo indicador

Y = 1, 2, ..., w (indicador)

w = número de indicadores

Os Y indicadores componentes do ISA captam o modo de produção dos agricultores considerando-se os seguintes aspectos a saber: 1) Prática de Queimadas, 2) Uso de fertilizante químico, 3) Uso de arado mecânico, 4) Uso de tração animal, 5) Uso de herbicida, 6) Uso de agrotóxico, 7) Uso de esterco para fertilização do solo, 8) Prática de plantio direto, 9) Prática de descanso da terra, 10) Prática de rotação de cultura, 11) Uso de sementes resistentes, 12) Prática de capina manual, 13) Uso de adubação verde, 14) Uso de quebra vento, 15) Uso de extratos vegetais, 16) Práticas de conservação do solo e 17) Tratamento da água dos efluentes para reutilizar na irrigação.

Os escores foram atribuídos da seguinte forma:

- i) para os indicadores de 1 a 6 respostas “sim” receberam escore 0 e respostas “não” receberam escore 1;
- ii) para os indicadores de 7 a 17 respostas “não” receberam escore 0 e respostas “sim” receberam escore 1.

O ISA pode variar de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, mais sustentáveis são as práticas agrícolas, ou seja, menos agressiva ao ambiente está sendo a produção do agricultor. Pode-se classificar o índice de acordo com o proposto por Damasceno *et al.*, (2011):

- I) Baixo nível de sustentabilidade ambiental: $0 < ISA \leq 0,5$
- II) Médio nível de sustentabilidade ambiental: $0,5 < ISA \leq 0,8$
- III) Alto nível de sustentabilidade ambiental: $0,8 < ISA \leq 1$

Com o intuito de avaliar da melhor forma possível os resultados encontrados, foi empregado o teste *t* de *student* para a comparação das médias não pareadas dos grupos de tratamento e controle encontrados (MAIA, KHAN e SOUSA, 2013).

3.3 Propensity Score Matching

A mensuração do efeito das tecnologias de reaproveitamento de água sobre a renda agrícola e a sustentabilidade ambiental dos agricultores familiares do semiárido cearense foi realizada por meio do método *Propensity Score Matching*. Esse método foi desenvolvido por

Rosenbaum e Rubin (1983) para resolver o problema de viés de seleção que pode haver em métodos que não utilizam um suporte comum entre os grupos a serem comparados.

A primeira etapa do método é a estimação de um escore de propensão $P(x)$, que é a probabilidade condicional de um indivíduo pertencer ao grupo de beneficiários dada as características observáveis (ROSENBAUM E RUBIN, 1983). Matematicamente, pode-se definir que:

$$P(x) = \Pr(C = 1|x) \quad (3)$$

A estimação do escore de propensão é feita por meio de uma regressão logit ou probit, que permite o cálculo da probabilidade de um indivíduo está no grupo de tratamento a partir de características observáveis (X). As variáveis independentes são aquelas que podem afetar a participação do indivíduo no programa. A variável dependente é uma *dummy* que assume valor 1 para o caso de o indivíduo pertencer ao grupo tratado e 0 para o caso de o indivíduo pertencer ao grupo de controle.

A escolha do modelo binário para se estimar a probabilidade de participação no programa é feita considerando diversos critérios como a significância dos coeficientes estimados, feita em modelos binários pela Razão de Máxima Verossimilhança. Uma outra estatística considerada para avaliar o ajustamento do modelo é o Pseudo R^2 que revela o poder explicativo do modelo. Foram usados também os critérios de Informação de Akaike (AIC), o critério de Informação Bayesiano (BIC), o percentual de casos corretamente classificados e a área sob a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*). Esta última é uma medida sobre a capacidade de o modelo discriminar as categorias da variável dependente (FÁVERO, 2014).

A segunda etapa do modelo consiste na formação dos pares de beneficiários e não beneficiários que possuem score de propensão o mais semelhante possível, o que possibilita a análise dos impactos dos programas por meio do pareamento (MAIA, 2012).

Segundo Rosenbaum e Rubin (1983), o *Average treatment Effect on the treated* (ATT), ou seja, o efeito médio dos programas avaliados sobre os beneficiários, tomando como hipótese a existência de um vetor de características observáveis X e sendo vinculado de forma condicional a este, com as unidades tendo a mesma probabilidade de serem escolhidas para comporem os grupos de beneficiários ou não beneficiários, $y^{As}, y^{com}, \perp C|X$ pode ser encontrado da seguinte maneira:

$$ATT = E\{E[y^{com}|C = 1, P(X)] - E[y^{As}|C = 1, P(X)|C = 1]\} \quad (4)$$

Com o *propensity score* é possível ajustar os vieses entre os grupos de beneficiários e

não beneficiários, porém, para a sua aplicação é necessário assumir duas hipóteses:

Balanceamento das características observáveis: a seleção da amostra requer que a participação nos programas seja independente dos resultados; e

Existência de um suporte comum, isto é, $0 < P(X) < 1$, para que exista um indivíduo no grupo de beneficiários para cada indivíduo no grupo de não beneficiários.

Diferentes procedimentos para realizar o pareamento entre os escores de propensão das unidades tratadas em relação aos escores de propensão das unidades do grupo de controle e tratado podem ser usadas. De acordo com Gandra e Rodrigues (2018), as técnicas mais usadas são: pareamento por vizinho mais próximo (*Nearest-Neighbor Matching*), Pareamento Radial (*Radius Matching*) e Pareamento de kernel (*Kernel Matching*).

No pareamento por vizinho mais próximo cada unidade de tratamento é correspondida à unidade de comparação com o escore de propensão mais próximo. Pode-se também escolher n vizinhos mais próximos e fazer correspondência (geralmente $n = 5$ é usado). A correspondência pode ser feita com ou sem reposição. A correspondência com reposição, por exemplo, significa que o mesmo não-participante pode ser usado como uma correspondência para diferentes participantes (*handbook*). O pareamento com reposição apresenta a vantagem de se evitar pareamentos pobres, resultando em redução do viés, porém tem como *trade-off* o aumento da variância das estimativas em virtude da redução do número de observações distintas (RODRIGUES, 2016).

No pareamento radial cada unidade tratada é comparável apenas com as unidades de controle cujos escores de propensão estejam contidas em uma vizinhança de escore de propensão de unidades tratadas definidas a priori. Se a dimensão da vizinhança (o raio) é muito pequena, há a chance de que algumas unidades tratadas não sejam pareadas devido a falta de unidades de controle na vizinhança estabelecida, por outro lado, quanto menor for a vizinhança estabelecida, melhor a qualidade do pareamento (BECKER e ICHINO, 2002).

No pareamento por Kernel todas as unidades tratadas são combinadas com uma média ponderada de todas as unidades do grupo de controle, com pesos que são inversamente proporcionais à distância entre os escores de propensão de tratados e controles (BECKER e ICHINO, 2002). Neste trabalho, o método de pareamento a ser analisado seguirá o critério de melhor equilíbrio entre as unidades de controle e tratamento, ou seja, o menor pseudo R^2 (CALIENDO e KOPEINING, 2008). O respectivo teste está localizado no apêndice.

Maia (2012) afirma que os sinais negativos ou positivos dos ATT's indicam o provável

impacto dos programas na variável de resultado analisada. Após feito o procedimento do *Propensity Score Matching* faz-se o teste de sensibilidade Rosenbaum bounds, para atestar se há viés de não observáveis.

Quando há variáveis que não foram observadas e que são divergentes entre o grupo de controle e tratamento essas mesmas variáveis podem afetar as variáveis de resultado, ou seja, os resultados podem estar enviesados. Como não é possível estimar o tamanho do viés existente nos dados, Rosenbaum e Rubin (2002) propôs uma forma de verificar se o viés afeta os resultados põe meio do Rosenbaum *bonds* (ROSEMBAUM e RUBIN, 2002; DIPRETE; GANGL,2004).

A análise de sensibilidade pode ser utilizada para testar a robustez dos resultados à presença de viés devido a uma co-variável omitida (CHAGAS, 2009). Nesse trabalho, a análise sensibilidade visa verificar se há viés de não observáveis que mascarem algum efeito das tecnologias de reaproveitamento de água sob renda e a sustentabilidade na produção dos agricultores iguatenses.

O método reconhece dois indivíduos a partir de suas características observáveis, i e j . considerando que a probabilidade de participação do indivíduo i no tratamento é:

$$\tau_i = \Pr(D_i = 1|x_i) = F(\beta x_i + \gamma u_i) \quad (5)$$

Em que x_i são as características observadas do individuo i ; u_i corresponde a variável não observada; γ diz respeito ao efeito de u_i sobre a decisão de participação no programa. Quando não há viés de seleção, γ será igual a zero, portanto, a participação o programa se dá exclusivamente pelas características observadas. Entretanto, se houver viés de seleção, dois indivíduos com as mesmas co-variáveis observadas x , terão diferentes chances de receber o tratamento, $\frac{\pi_i}{1-\pi_i}$ e $\frac{\pi_j}{1-\pi_j}$

A razão de chance de participar do programa é dada por:

$$\frac{\frac{\pi_i}{1-\pi_i}}{\frac{\pi_j}{1-\pi_j}} = \frac{\pi_i(1-\pi_j)}{\pi_j(1-\pi_i)} = \frac{\exp(\beta x_j + \gamma u_j)}{\exp(\beta x_i + \gamma u_i)} \exp[\gamma(u_i - u_j)] \quad (6)$$

Se os indivíduos tiverem as mesmas características observáveis, então os termos βx se cancela. Deste modo, se não houver diferenças nas variáveis não observadas ($u_i = u_j$) e se estas variáveis não influenciarem a probabilidade de participação ($\gamma = 0$), a razão de chance será igual a 1, implicando a não existência de viés de seleção. Os limites da razão de

probabilidades de participação no tratamento são expressos da seguinte forma:

$$\frac{1}{e^{\gamma}} \leq \frac{\pi_i(1 - \pi_j)}{\pi_j(1 - \pi_i)} \leq e^{\gamma} \quad (7)$$

Os indivíduos pareados possuem a mesma probabilidade de participação apenas se $e^{\gamma} = 1$. Entretanto, se $e^{\gamma} = 2$, então os indivíduos aparentemente similares em termos de x irão diferir em suas probabilidades de receberem o tratamento por um fator de até 2. Assim, segundo Rosenbaum e Rubin (2002), e^{γ} seria a medida do grau de ruptura a partir de um estudo livre de viés de seleção.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção está organizada em três partes: a primeira faz uma breve explanação das características sociodemográficas e da estrutura produtiva dos beneficiários e não beneficiários das tecnologias de reuso de água; a segunda parte traz a análise do índice ambiental dos dois grupos avaliados e a terceira parte dedica-se à avaliação do impacto das tecnologias de reaproveitamento de água sobre a renda e o índice de sustentabilidade ambiental dos agricultores beneficiados.

4.1 Perfil dos agricultores familiares beneficiários e não beneficiários de tecnologias de reaproveitamento de água para irrigação

Os efeitos diretos e indiretos de uma intervenção, seja pública ou privada, dependem das características socioeconômicas do público alvo. Por esse prisma, é relevante uma análise do perfil dos agricultores pesquisados para uma compreensão mais clara da importância do reaproveitamento da água entre os beneficiários. As informações apresentadas na Tabela 1 mostram que as famílias são chefiadas majoritariamente por mulheres, tanto no grupo de beneficiários quanto no de não beneficiários, não havendo diferença significativa entre os grupos nessa variável. Essa configuração feminina vem sendo observada e ganhou força no semiárido com a atuação da ASA que se constituiu a partir de uma gama de organizações da sociedade civil que lutam pela quebra de velhos paradigmas ainda existentes na região do semiárido do Brasil, e um deles é a autonomia feminina, como registra Malvezzi (2007). Nota-se que as tecnologias de reaproveitamento de água estão dando a possibilidade de aumentar a participação feminina na produção dos quintais, pois a proximidade entre a lavoura irrigada e a residência as estimula e facilita o desempenho das atividades agrícolas com as atividades domésticas, que são tradicionalmente realizadas pelas mulheres na região.

Tabela 1: Perfil sociodemográfico dos beneficiários e não beneficiários de tecnologias de reaproveitamento de água.

Características		Beneficiários	Não Beneficiários	Testes para comparação entre os grupos
Sexo do Chefe	Masculino (%)	41,54	37,78	Chi2=0,22
	Feminino (%)	58,46	63,22	
Idade do Chefe	Média (anos)	52,03	47,21	t=1,83***
Anos de Estudo do Chefe	Média (anos)	4,58	5,77	t=1,69***
Tamanho da Família	Média	3,53	2,83	t=2,28**
Estado Civil do Chefe	Casado (%)	73,85	54,44	Chi2=6,06**
	Não Casado (%)	26,15	45,56	
Renda não agrícola <i>per capita</i>	Média (R\$)	539,52	720,74	t=1,83***

Fonte: elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

*significante a 1%; **significante a 5%; ***significante a 10%.

A idade média do chefe de família em ambos os grupos está acima dos 45 anos, o que pode indicar que há um desestímulo para que os jovens adultos permaneçam no campo e no trabalho agrícola. Esse ponto é enfatizado por Chalita (2006), que argumenta haver uma menor importância da herança da gestão da propriedade, havendo o afastamento dos filhos das atividades agrícolas, com a intenção de propiciá-los a inserção em ocupações com melhores rendimentos, que em geral, são fora da agricultura. Como é visto, a idade média dos beneficiários é maior que a dos não beneficiários, e isso indica que focalização do programa está de acordo com o preconizado em seus critérios de prioridade de participação, que prioriza os domicílios com idosos. A diferença entre os grupos é estatisticamente significativa a um nível de 10%.

A respeito da escolaridade vê-se que, em média, os não beneficiários têm cerca de um ano a mais de estudo que os beneficiários. Ainda assim, ambos os grupos têm um baixo nível médio de escolaridade, que corresponde a ensino fundamental incompleto. Esse quadro faz parte da realidade não só do semiárido cearense, mas de todo o Brasil rural, como assinala Santos (2017) ao evidenciar que o baixo nível educacional no campo é um reflexo da tendência à migração para zonas urbanas em busca de melhores oportunidades de trabalho por parte, especialmente, dos mais bem qualificados, por isso a população que resta no campo tende a possuir poucos anos de estudo.

Quando se trata de como se compõe o domicílio, nota-se que o tamanho médio das famílias de beneficiários é maior, com quase um membro a mais por domicílio. Esse membro a mais no domicílio pode também ser a explicação para a menor renda não agrícola *per capita*

dos beneficiários. Os rendimentos que constam na Tabela 1 são os obtidos em fontes fora da agricultura sendo compostos, basicamente, por aposentadorias, pensões, e Programa Bolsa Família. Uma outra característica da composição do domicílio é o estado civil do chefe, onde nota-se que há, proporcionalmente, mais casados no grupo de beneficiários.

A Tabela 2 apresenta algumas características relacionadas à estrutura da produção agrícola. Em todos os aspectos apresentados, os beneficiários encontram-se em uma situação mais favorável, ou seja, possuem uma estrutura produtiva mais propícia à agricultura. O acesso a fatores institucionais, como assistência técnica e crédito são elementos que permitem um melhor desenvolvimento das atividades agrícolas (CASTRO e PEREIRA, 2017).

Tabela 2: Aspectos da estrutura produtiva dos beneficiários e não beneficiários de tecnologias de reaproveitamento de água.

Características	Beneficiários	Não Beneficiários	Testes para comparação entre os grupos
Percentual de entrevistados com vínculo com Associação	72,31%	53,33	Chi2=5,72**
Área Total (ha)	7,18	2,04	t=3,74*
Área Cultivada (ha)	1,62	1,11	t=1,23
Percentual de entrevistados proprietários da Terra	78,46%	61,11%	Chi2=5,25**
Percentual de entrevistados com Assistência Técnica	93,75%	33,33%	Chi2=55,00*
Percentual de entrevistados com acesso ao Crédito Rural	27,69%	13,33%	Chi2=4,98**
Renda Agrícola Mensal <i>per capita</i> (R\$)	79,71	23,59	t=4,02*

Fonte: elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

*significante a 1%; **significante a 5%; ***significante a 10%

4.2 Índice ambiental dos agricultores beneficiários e não beneficiários das tecnologias de reaproveitamento de água

De acordo com os valores dos índices ambientais apresentados na tabela 3, é possível qualificar os não beneficiários como tendo um “baixo nível” de sustentabilidade ambiental na produção e os beneficiários como “nível médio”. A diferença existente entre os dois grupos é bastante significativa, ou seja, as práticas de manejo da produção por parte dos beneficiários são realizadas de maneira menos agressiva ao meio ambiente.

Tabela 3: Indicadores de sustentabilidade ambiental e ISA dos beneficiários e não beneficiários de tecnologias de reaproveitamento de água.

Indicadores (expressam a proporção de agricultores com respostas “sim”)	Beneficiários	Não Beneficiários	Diferença	χ^2
Prática de Queimadas	69,77%	61,9%	7,87%	0,69
Uso de fertilizante químico	24,19%	72,09%	-47,9%	23,66*
Uso de arado mecânico	69,77%	55,56%	14,21%	2,17
Uso de tração animal	77,42%	58,14%	19,28%	4,45**
Uso de herbicida	50,00%	23,26%	26,74	7,63*
Uso de agrotóxico	22,58%	95,35%	-72,77%	53,9*
Uso de esterco para fertilização do solo	61,29%	11,63%	49,66%	25,89*
Prática de plantio direto	53,23%	20,93%	32,3%	11,03*
Prática de descanso da terra	38,71%	41,86%	-3,15	0,10
Prática de rotação de cultura	96,77%	4,65%	92,12%	89,10*
Uso de sementes resistentes	51,61%	44,19%	7,42%	0,56
Prática de capina manual	14,52%	90,70%	-76,18%	59,37*
Uso de adubação verde	91,94%	0,00%	91,94%	86,47*
Uso de extratos vegetais	79,03%	0	79,03%	63,71*
Práticas de conservação do solo	90,32%	0	90,32%	83,22*
Tratamento da água dos efluentes para reutilizar na irrigação	38,46%	0	38,46%	41,27*
ISA	0,5682	0,1539	0,4143	13,82*

Fonte: elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

*significante a 1%, **significante a 5%.

Essa relação mais harmônica entre a produção e a terra por parte dos beneficiários sugere que as capacitações oferecidas pela ONG executora dos programas, incentivando os agricultores a desenvolverem a agricultura agroecológica, está sendo aplicada. Nessas capacitações, são apresentadas formas de substituir os defensivos e adubos químicos por extratos vegetais e adubos orgânicos. Também é incentivada a criação de um banco de sementes comunitário, para que as sementes crioulas sejam preservadas e façam a substituição das sementes transgênicas.

Dessa forma, os agricultores beneficiários das tecnologias de reaproveitamento de água têm acesso a conhecimentos de práticas com um menor impacto ambiental, o que reduz a degradação do solo e diminui a probabilidade de desertificação na região.

4.3 Impactos das tecnologias de reaproveitamento de água

Os resultados apresentados na Tabela 4 mostram o modelo logit que foi usado para realizar o pareamento entre os beneficiários e não beneficiários dos programas. Esses resultados são úteis para destacar as características que aumentam a probabilidade de uma família participar do projeto. Avaliando-se o sinal e a significância dos coeficientes estimados é possível identificar que o gênero, o acesso à assistência técnica e a prática de uso de esterco aumentam a probabilidade de uma família aderir ao reuso ou reaproveitamento da água para

irrigação. Nota-se, por outro lado, que a idade do chefe e a realização da capina de maneira manual são variáveis que diminuem a chance de ser beneficiado pelas tecnologias.

Tabela 4: Modelo logit³ de propensão a participação nos programas.

Variáveis	Coefficiente	P > z
Idade	-0,063	0,051***
Estado Civil	0,201	0,658
Mulheres Agricultoras	2,052	0,008*
Outro Trabalho	-0,252	0,701
Participa de Associação	0,037	0,921
Assistência Técnica	1,597	0,018**
Usa Esterco	3,563	0,000*
Faz Capina Manual	-3,482	0,000*
Recebe Bolsa Família	-0,325	0,631
Renda Total	0,000	0,209

Log Likelihood=-16,484

Pseudo R²=0,758

LR Chi2 (10)= 103,65

Prob>Chi2=0,000

Número De Obs.= 102

Fonte: elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

*significante a 1%; **significante a 5%; ***significante a 10%.

A Tabela 5 apresenta o efeito das tecnologias de reaproveitamento de água sobre a renda agrícola e o índice de sustentabilidade ambiental dos agricultores pesquisados. Os valores de ATT, que captam o impacto do projeto, são significantes para as duas variáveis de resultado. De acordo com o exposto, as tecnologias de reaproveitamento de água surtem um efeito positivo na renda agrícola por hectare, que é a renda anual obtida na agricultura dividida pelos hectares usados para produção.

Tabela 5: Efeito das tecnologias de reaproveitamento de água sob a renda e a sustentabilidade dos agricultores familiares do semiárido cearense.

Variáveis de interesse	Beneficiários	Não Beneficiários	Diferença (ATT) ¹	Teste T
Renda Agrícola/ha	R\$ 1300,26	R\$ 52,16	1248,10	5,29*
ISA	0,6140	0,2588	0,3552	4,04*

Fonte: elaborado pelos autores com dados da pesquisa

*significante a 1%.

Nota 1: O pareamento utilizado para o cálculo do ATT foi o vizinho mais próximo com 5 vizinhos, escolhido pelo critério do menor Pseudo R². A Tabela 2A em apêndice reporta os resultados do ptest para os matching descritos na seção de metodologia.

³ O modelo binário usado para estimar o escore de propensão foi o Logit, escolhido com base nos critérios descritos e estão apresentados na tabela 1A, no apêndice.

Essa maior renda obtida pelos beneficiários pode ter sido compreendida sob dois prismas: i) pela produção dos quintais irrigada com a água reaproveitada da chuva e/ou dos efluentes domésticos e ii) pelo fato de o grupo de não beneficiários ser predominantemente composto por aposentados que não exercem atividade agrícola ou exercem de forma parcial. A produção extraída dos quintais irrigados é em maioria variedades de hortifruti, plantas com um ciclo de produção curto, o que permite a venda do excedente em períodos mais curtos que a produção de sequeiro, e por isso o rendimento é maior.

O fato de ser beneficiário das tecnologias de reaproveitamento de água também produz efeitos positivos sob o índice de sustentabilidade ambiental dos agricultores do interior cearense, confirmando os resultados da Tabela 3, que mesmo após o pareamento, continua a ser maior para o grupo de tratamento, confirmando que as capacitações oferecidas estão surtindo um efeito favorável ao desenvolvimento rural sustentável do município.

Os efeitos positivos sobre a renda agrícola/ha dos beneficiários também foram obtidos no trabalho de Alencar, Justo e Alves (2018), que avaliaram o P1+2 na região do Cariri cearense. Na análise desenvolvida por Santos (2013), onde foram avaliados os efeitos das cisternas de placas na sustentabilidade dos agricultores cearenses, também foram encontrados efeitos positivos para o ISA, entretanto, aqui neste trabalho esse efeito é maior e isso porque tratamos, diferentemente das duas análises acima, de duas tecnologias, o reuso de águas cinzas e o P1+2 (já que é uma condição para ser beneficiário), além disso, os agricultores estão a mais tempo com as tecnologias do que nos trabalhos citados acima, o que intensifica os efeitos nos agricultores beneficiários.

Para dar maior confiabilidade aos resultados do modelo analisado acima, foi realizada uma análise de sensibilidade. A Tabela 6 traz a análise de sensibilidade pelo método dos limites de Rosenbaum. Vê-se que todas as variáveis de impacto apresentam resultados robustos à presença de viés de fatores não observáveis. O método de limites de Rosenbaum não apresenta um teste formal da hipótese CIA (independência condicional), mas tem sua importância ao permitir julgar quão grande deve ser a influência de covariadas não observadas nos resultados a fim de que as conclusões do tratamento sejam alteradas (ROSENBAUM e RUBIN, 2002).

Tabela 6: Análise de sensibilidade pelo método de limites de Rosenbaum

Variável de Interesse	Γ	Sig +	Sig -
ISA	1,00	0	0
	1,05	0	0
	1,10	0	0
	1,15	0	0
	1,20	0	0
	1,25	0	0
	1,30	0	0
Renda Agrícola/ha	1,00	0	0
	1,05	0	0
	1,10	0,000	0
	1,15	0,000	0
	1,20	0,000	0
	1,25	0,000	0
	1,30	0,000	0

Fonte: elaborado pelos autores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O reaproveitamento da água para irrigação se constitui uma tecnologia social recente e ainda pouco disseminada no meio rural do Ceará. O perfil dos atuais beneficiários da estratégia é caracterizado por pequenos produtores com idade superior a 45 anos, baixo nível de escolaridade e baixo poder aquisitivo. Contudo, observa-se como fator favorável aos resultados pretendidos pela iniciativa o fato de a maioria dos beneficiários terem acesso à assistência técnica o que pode agregar ao uso da irrigação, a adoção de técnicas produtivas capazes de tornar os agricultores mais competitivos. Ressalta-se, por outro lado, que os beneficiários encontram-se limitados por uma estrutura de acesso a crédito que favorece um número muito pequeno de pessoas nesse grupo.

Pela ótica da sustentabilidade, o estudo mostrou que o reaproveitamento da água para irrigação se constitui em uma tecnologia social que promove a adoção de práticas agrícolas menos agressivas ao meio ambiente, representadas aqui pelo Índice de Sustentabilidade Ambiental.

O modelo adotado para aferir os impactos do reaproveitamento da água mostrou que o mesmo pode contribuir significativamente para aumentar a renda da população beneficiada, sendo, portanto, uma tecnologia social a ser replicada e inserida entre as estratégias de convivência com o semiárido.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, M. O.; JUSTO, W. R.; ALVES, D. F. Os efeitos do programa “Uma Terra e Duas Águas (P1+2)” sobre a qualidade de vida do pequeno produtor rural do Semiárido nordestino. Fortaleza: **Revista Econômica do Nordeste**, v.49, n.1, 2018
- ALTIERI, M. A. e KOOHAFKAN, P. **Enduring Farms: Climate Change, Smallholders and Traditional Farming Communities**. Penang, Malaysia: Third World Network, 2008.
- BARBOSA, G. S. O desafio do desenvolvimento sustentável. *Revista Visões*, v.1, n.4, 2008
- BAPTISTA, N. Q.; CAMPOS, C. H. Possibilidades de construção de um modelo sustentável de desenvolvimento no Semiárido. In: CONTI, I. L.; SCHROEDER, E. O. (org.) **Convivência com o Semiárido brasileiro: autonomia e protagonismo social**. Brasília: Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – FAURGS/REDEgenteSAN / Instituto Ambiental Brasil Sustentável – IABS / Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento – AECID / Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome - MDS / Editora IABS. 2013
- BARBOSA. M. M. T. L.; SANTANA, C. A. M. Desafios para o futuro da produção sustentável de alimentos. Brasília: **Parc. Estrat.** v. 17, n. 35, 2012
- BECKER, S. O.; ICHINO, A. Estimation of Average Treatment Effects Based on Propensity Score. **The Stata Journal**, v. 2, n. 4, p. 358-377, 2002.
- CALIENDO, M.; KOPEINIG, S. Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. **Journal of Economic Surveys**, v. 22, n.1, p. 31-72, 2008
- CASTRO, C. N. A agricultura no Nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. **Texto para discussão**. Brasília: IPEA, 2012
- CASTRO, C. N.; PEREIRA, C. N. Agricultura familiar, assistência técnica e extensão rural e a política nacional de Ater. **Texto para discussão**. Brasília: IPEA, 2017
- CHAGAS, A. L. S. **Três ensaios sobre o setor produtivo de cana de açúcar no Brasil**. Tese (Doutorado em economia) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009
- CHALITA, M. A. N. Agricultura familiar e seus novos vínculos com a prática econômica. São Paulo: **Agric.**, v. 53, n.2, 2006.
- CLAESSENS, L. et al. A method for evaluating climate change adaptation strategies for small-scale farmers using survey, experimental and modeled data. **Agricultural Systems**, v. 111, p. 85-95, 2012.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1988.
- CUNHA, D. A.; COELHO, A. B.; FÉRES, J. G.; BRAGA, M. J.; SOUZA, E. C. **Irrigação como estratégia de adaptação de pequenos agricultores às mudanças climáticas: aspectos econômicos**. Piracicaba-SP: RESR, v. 51, n. 2, 2013

DAMASCENO, N. P. et al. O impacto do Pronaf sobre a sustentabilidade a agricultura familiar, geração de emprego e renda no estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. v.49 n.1. 2011

DERESSA, Temesgen Tadesse et al. Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. **Global environmental change**, v. 19, n. 2, p. 248-255, 2009.

DOVERS, S.R.; HANDMER, J.W. Uncertainty, sustainability and change. *Global Environmental Change*, v.2, n.4, p.262-276, 1992.

FÁVERO, P. **Métodos quantitativos com stata**: procedimentos, rotinas e análise de resultados. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A. **Curso de estatística**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 1996 320p

GNADLINGER, J.; SILVA, A. S.; BRITO, L. T. L. **Programa Uma Terra e Duas Águas para um semiárido sustentável**. 2008. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/159651/1/OPB1516.pdf>>. Acesso em: 04/07/2019

GOMES, I. Sustentabilidade social e ambiental na agricultura familiar. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 5, n. 1, 2004

HARVEY, C. A.; RODRÍGUEZ, M. S.; RODRÍGUEZ, R. M.; VIGUERA, B.; GUADARRAMA, A. C.; VIGNOLA, R.; ALPIZAR, F. Climate change impacts and adaptation among smallholder farmers in Central America. **Agriculture & Food Security**, v. 7, n. 57, 2018

IPECE – INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil básico municipal**. Fortaleza, 2017. Disponível em < <https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal-2017/>> acesso em 04/06/2019

JALFIM, F.; SANTIAGO, F. S. **O sistema bioágua familiar**. 2017. Disponível em: < <https://www.cta.int/en/article/o-sistema-bio%C3%A1gua-familiar-sid0509a8dda-3b11-4382-af93-680d4c6d7bc0>>

MAIA, G. S. Avaliação e sustentabilidade dos programas de assentamento agrícola no estado do Ceará um estudo de caso. **Dissertação de Mestrado** – Universidade Federal do Ceará (UFC). Departamento de Economia Agrícola, Fortaleza, 2012

MAIA, G. S.; KHAN, A. S.; SOUSA, E. P. Avaliação do impacto do programa de reforma agrária federal no Ceará: um estudo de caso. Ribeirão Preto: **Economia Aplicada**, v.17, n. 3, 2013

MALVEZZI, R. Semi-Árido: uma visão holística. **Coleção Pensar o Brasil**. 2007

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, 2008

MARENGO, J. A.; BERNASCONI, M. Regional differences in aridity/drought conditions over Northeast Brazil: present state and future projections. **Climate Change**, 2015 doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10584-014-1310-1

MARENGO, J. A. et al . Climatic characteristics of the 2010-2016 drought in the semiarid Northeast Brazil region. **An. Acad. Bras. Ciênc.**, Rio de Janeiro , v. 90, n. 2, supl. 1, p. 1973-1985, Aug. 2018 .

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil-past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 129, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1840-8>

MIKHAILOVA, I. Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. **Economia e Desenvolvimento**, n. 16, 2004

MOLDAN, B.; JANOUAKOVÁ, S.; HÁK, T. How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. **Ecological Indicators**, v.17, p. 4-13, 2012.

NEVES, R. S.; MEDEIROS, J. C. A.; SILVEIRA, S. M. B.; MORAIS, C. M. M. Programa Um Milhão de Cisternas: guardando água para semear vida e colher cidadania. **Revista Agriculturas**, v. 7, n. 3, 2010

RODRIGUES, A. S. **Avaliação do impacto do Projeto Hora de Plantar sobre a sustentabilidade dos agricultores familiares da Microrregião do Cariri (CE): o caso o híbrido**. Tese de doutorado (PRODEMA-UFC) 2016

ROSENBAUM, P. R.; RUBIN, D. **Observational Studies**. New York: Springer, 2002

ROSENBAUM, P. R.; RUBIN, D. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. **Biometrika**, v. 70, 1983

SAMBUICHI, R. H. R. O desafio da sustentabilidade na produção agropecuária. **Desafios do Desenvolvimento**. 2014

SANTIAGO, F...[et al.]. **Manual de implantação e manejo do sistema bioágua familiar: reúso de água cinza doméstica para a produção de alimentos na agricultura familiar do semiárido brasileiro**. Carnaúbas: ATOS, 2015

SANTOS FILHA, M. E. C.; ARAUJO, M. T. L. **Aspecto para implantação de sistemas de reúso de águas cinzas em comunidades rurais no estado do Ceará – estudo de caso: projeto São José III**. In: VI Simpósio em Economia Rural: políticas públicas e geração de renda no Nordeste rural. Fortaleza, 2018

SANTOS, K. F. **Estudo dos impactos gerados pelas tecnologias sociais de gestão hídrica sobre a sustentabilidade do pequeno agricultor no semiárido cearense: o caso dos municípios de Cariús e Saboeiro**. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013

SANTOS, R. Trabalho e educação entre jovens de 15 a 29 anos residentes no campo: desafios à ampliação da escolaridade. Brasília: **Revista brasileira de estudos pedagógicos**, v. 98, n. 250, 2017

SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L. M. S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. São Paulo: **Ambiente & Sociedade**, v.17, n. 1, 2014

SILVA, S. A.; GAMA, J. A. S.; CALLADO, N. H.; SOUZA, V. C. B. Saneamento básico e saúde pública na bacia hidrográfica don Riacho Reginaldo em Maceió, Alagoas. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 22, n. 4, 2017

SOUSA, A. B.; COSTA, C. T. F.; FIRMINO, P. R. A.; BATISTA, V. S. Teconologias sociais de convivência com o Semiárido na região do Cariri cearense. Brasília: **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 34, n. 2, 2017. p. 197-220

SOUZA FILHO, H. M.; BUAINAIN, A. M.; GUANZIROLI, C.; BATALHA, M. O. Agricultura familiar e tecnologia no Brasil: características, desafios e obstáculos. 2007. Disponível em: <www.sober.org.br/palestra/12/09O442.pdf>. Acesso em: 29/07/2019.

THATHSARANI, U. S.; GUNARATNE, L. H. P. Constructing and Index to Measure the Adaptive Capacity to Climate Change in Sri Lanka. **Procedia engineering**, v. 212, p. 278-285, 2018.

APÊNDICE A

Tabela 1A: Critérios de escolha do modelo binário para estimar o escore de propensão

Critérios	Modelo	
	Logit	Probit
AIC	54,8235	54,9685
BIC	83,8055	83,9506
Curva ROC	0,9819	0,9835
Pseudo R ²	0,7630	0,7619
Casos corretamente classificados	95,15%	95,15%

Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Tabela 2A: PStest para os matchings por vizinho mais próximo, Kernel e Radius

MÉTODOS DE PAREAMENTO	PSEUDO R ²
Vizinho mais próximo (5 vizinhos)	0,301
Radius (0,05)	0,354
Kernel (0,05)	0,387

Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
*Secretaria do Planejamento
e Gestão*

ECONOMIA DO CEARÁ EM DEBATE 2019
e outras publicações do IPECE encontram-se
disponíveis na internet através do endereço:

www.ipece.ce.gov.br