

EFICIÊNCIA DOS GASTOS MUNICIPAIS EM EDUCAÇÃO NO NORDESTE BRASILEIRO

Efficiency of Municipal Expenditure in Education in the Brazilian Northeast

Alessandra Maria Gomes Rodrigues

Economista pela Universidade Regional do Cariri (Urca). rodriguesalessandra19@hotmail.com

Eliane Pinheiro de Sousa

Pós-Doutora em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (Esalq/USP), Doutora em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e Professora do Departamento de Economia da Urca. pinheiroeliane@hotmail.com

Marcos Antônio de Brito

Doutor em Economia Aplicada pela UFV e Professor do Departamento de Economia da Urca. ecomab@bol.com.br

Resumo: Embora a educação seja fundamental, os indicadores educacionais da região Nordeste são os piores dentre as grandes regiões brasileiras. Nesse sentido, este trabalho se propõe avaliar a eficiência dos gastos públicos da rede de ensino municipal no Nordeste brasileiro. A metodologia utilizada é constituída por Análise Envoltória de Dados (DEA), sendo que os produtos foram coletados no Censo Escolar e os insumos na base de dados das Finanças do Brasil (Finbra), ambos para o ano de 2012. Os resultados indicam que os municípios nordestinos podem reduzir, em média, os gastos em 46% e 43%, nos modelos com retornos constantes e variáveis à escala, respectivamente, sem diminuir sua produção educacional. Além disso, com exceção da Paraíba e do Piauí, os demais estados nordestinos obtiveram predominância dos municípios operando com retornos crescentes de escala.

Palavras-chave: Educação básica; DEA; Municípios nordestinos.

Abstract: Although education is fundamental, the educational indicators of the Northeastern region are the worst among the major Brazilian regions. Therefore, this study aims to evaluate the efficiency of the public expenditure of the municipal education network in the Brazilian Northeastern. The methodology used comprises Data Envelopment Analysis (DEA), while the products were collected in the School Census and the input, in the database of Finances of Brazil (FINBRA), both for the year 2012. The results indicate that the Northeastern municipalities may reduce, on average, the expenditure in 46% and 43%, respectively, in the models with constant and variable returns to scale, without reducing their educational production. In addition, with exception of Paraíba and Piauí, the other Northeastern states obtained predominance of the municipalities operating with growing returns to scale.

Keywords: Basic Education; DEA; Northeastern municipalities.

1 INTRODUÇÃO

A Constituição de 1988 garantiu aos estados e aos municípios uma maior parcela da receita pública, resultado das novas competências tributárias que assumiram e da maior participação nas receitas tributárias globais. O surgimento de importantes mecanismos distributivos, como o Fundo de Participação dos Municípios, permitiu a esse ente federativo aumentar a parcela de recursos a qual tinha direito. Em contrapartida, os municípios passaram a ter atribuições adicionais em relação à sua participação municipal nos gastos públicos globais, sendo aqueles relacionados à educação, um dos principais. Nesse sentido, foi estabelecido que o percentual mínimo gasto com educação deveria ser de 25% da Receita Líquida Tributária (RLIT) (TROMPIERI NETO et al., 2009).

Nesse aspecto, Pinto (2007) defende que o processo de descentralização teve uma contribuição pífia na qualidade do ensino, constituindo apenas um meio de os estados reduzirem o quantitativo de alunos e ao mesmo tempo dos municípios elevarem suas receitas. Em outros termos, os critérios adotados foram basicamente pecuniários, sem preocupação com a qualidade educacional, que não se mostrou presente em boa parte dos convênios de municipalização. Tal processo foi crescente em todas as regiões, sendo mais intenso no Nordeste. Para Pinto (2014), cinco estados nordestinos (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão e Piauí) tiveram mais de 70% das matrículas no ensino fundamental sob a responsabilidade de seus municípios em 2013. O contexto se torna mais grave nas escolas rurais, em que mais da metade dessas escolas se encontram no Nordeste e 96% pertencem à rede municipal. Essas escolas não dispõem de economia de escala e tendem a assumir um custo unitário mais alto, gerando uma sobrecarga adicional aos seus municípios. Para minimizar o custo, a maioria se organiza sob a forma multisseriada, comprometendo a qualidade do ensino.

Por outro lado, Zoghbi et al. (2011) consideram essa descentralização fiscal e administrativa uma solução para a necessidade de se gastar melhor os recursos destinados à educação; opondo-se, dessa maneira, a ideia de que a elevação da qualidade educacional está relacionada com “mais gastos”.

Outro acontecimento de ordem legislativa no país que também veio introduzir novas orienta-

ções à gestão pública municipal no Brasil foi a implementação da Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF) em maio de 2000. Essa lei buscava limitar o gasto, especialmente, com funcionários, e diminuir o endividamento dos três entes federativos: União, Estados e Municípios (SILVA FILHO, 2013).

Para esses autores, a descentralização fiscal no Brasil tem ocasionado diversas discordâncias teóricas, possibilitando maior autonomia e mais repasses da União aos estados e municípios, como também tem gerado o surgimento de municípios com alta dependência de recursos de transferência, sobretudo, no Nordeste brasileiro, objeto de estudo deste trabalho.

Na concepção de Gonçalves e França (2013), o processo de descentralização pode propiciar acréscimos de eficiência, resultante do maior controle social existente sobre os gestores da política pública. Entretanto, para os contrários à descentralização, haveria práticas de clientelismo e de “captura” do bem público pela elite local, ou seja, esse processo ocasionaria perdas de eficiência.

Segundo a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO, 1998), uma educação básica adequada é vital para fortalecer os níveis superiores de educação e de ensino, a formação científica e tecnológica e, conseqüentemente, para atingir um desenvolvimento autônomo. Apesar de a educação não ser uma condição suficiente, desempenha papel essencial para o progresso pessoal e social. Nesse sentido, faz-se necessário buscar elevar o nível de qualidade educacional nos âmbitos federais, estaduais e municipais de um país em desenvolvimento, como é o caso do Brasil. A esse respeito, destaca-se que, em concordância com Davok (2007), a qualidade educacional, de forma geral, engloba as estruturas, os processos e os resultados educacionais. Para esse autor, esse termo tem sido empregado para aludir à eficiência, a eficácia, a efetividade e a relevância do setor educacional e frequentemente dos sistemas educacionais e de suas instituições.

É importante ressaltar que, conforme Akkari e Nogueira (2007), existe uma desigualdade educacional significativa entre as grandes regiões brasileiras, sendo que a região Nordeste apresenta indicadores piores do que as demais regiões brasileiras. Em termos comparativos com a região Sudeste, por exemplo, tem-se que, segundo a síntese dos indicadores da Pesquisa Nacional por Amostra

de Domicílios (PNAD) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), no Nordeste, a taxa de analfabetismo das pessoas de 10 anos ou mais de idade é 11,4% maior, e a média dos anos de estudo para este mesmo grupo de idade é 1,8 menor. Essa disparidade regional também se percebe na análise da eficiência dos gastos públicos em educação, em que se corrobora que os estados nordestinos apresentam desempenho menor em termos de eficiência que as unidades federativas das outras regiões, como indicado por Benegas (2012) e Begnini e Tosta (2017).

De acordo com os microdados do Censo Escolar divulgado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2012), dos 16.430.060 alunos matriculados na educação básica em todas as dependências educacionais da região Nordeste, 58,94% estudavam em escolas municipais. Portanto, os gestores públicos municipais devem buscar alocar eficientemente os seus recursos destinados à área educacional.

Para Haelermans e Ruggiero (2013), essa questão tem sido colocada no topo da agenda política da maioria dos países. Em face da atual crise econômica e, como consequência, medidas de austeridade e cortes no orçamento, tal objetivo tornou-se um desafio maior do que antes. Nesse contexto, conforme Grosskopf, Haye e Taylor (2014), diante da restrição orçamentária que enfrenta a maioria dos governos, melhorias na eficiência pode ser uma pré-condição necessária no apoio público para educação.

Assim, torna-se relevante a realização de estudos que analisem a eficiência dos gastos públicos na rede municipal de ensino para oferecerem aos seus gestores informações que viabilizem a aplicação eficiente dos recursos. Portanto, este trabalho se propõe avaliar a eficiência dos gastos públicos da rede de ensino municipal no Nordeste brasileiro. Em termos específicos, pretende-se determinar os escores de eficiência técnica e de escala dos gastos públicos da rede de ensino municipal dessa região e verificar seus tipos de retornos de escala.

Além dessa introdução, o artigo está estruturado em quatro seções, sendo que, na seção seguinte, faz-se uma breve revisão bibliográfica. Na terceira seção, são apresentados os procedimentos metodológicos. Na quarta seção, são discutidos os resultados e, a última seção é destinada às considerações finais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A eficiência na educação tem sido amplamente discutida em diferentes abordagens tanto na literatura internacional quanto na literatura nacional. Os Quadros 1 e 2 apresentam exemplos de estudos realizados recentemente que tratam dessa temática, respectivamente, nos contextos internacionais e nacionais.

No tocante às unidades de análise estudadas nessa área, variam entre países, municípios, escolas e alunos, sendo que, se percebe, na esfera nacional, que a maioria dos estudos centrou na mensuração da eficiência dos gastos públicos com educação em municípios de um dos estados da região Nordeste, considerando a análise desagregada por Estado e não em termos agregados dessa região, que é o objeto de estudo deste trabalho.

Quanto aos modelos utilizados, é notório o emprego do método não paramétrico de Análise Envolvente dos Dados – *Data Envelopment Analysis* (DEA) em parcela majoritária dos estudos referendados, seja em nível internacional ou nacional. Este método analítico foi empregado neste artigo.

Vale destacar que foram realizados testes para detecção de potenciais *outliers*. A identificação dessas unidades discrepantes permitiu a sua devida remoção para não comprometer os resultados da análise. Além dessa contribuição, este estudo também inova no sentido de identificar o tipo de rendimento de escala. Esse conhecimento assume papel relevante, uma vez que esse rastreamento permite uma melhor orientação sobre estratégias a serem adotadas para ampliar o nível de eficiência desse segmento.

Quadro 1 – Revisão bibliográfica internacional com estudos recentes sobre eficiência aplicada à educação

Autoria	Objetivos	Área de estudo	Unidade de análise	Modelos utilizados	Principais conclusões
Essid; Ouellette; Vigeant (2010)	Mensuram a eficiência das escolas de ensino médio na Tunísia em 2003/2004.	Tunísia	166 escolas de ensino médio.	DEA com abordagem <i>Bootstrap</i>	As escolas de ensino médio teriam que minimizar, em média, 12,1% de seus recursos para se tornar eficientes.
Perelman e Santin (2011)	Analizam as diferenças observadas no desempenho de alunos com base no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) advindos de escolas públicas e escolas com vales privados na Espanha em 2003.	Espanha	6.997 estudantes provenientes de 198 escolas públicas e 145 escolas com vales privados.	Funções paramétricas de distância estocástica.	Os alunos das escolas com vales privados obtiveram melhores escores de eficiência, resultante de melhor <i>background</i> familiar, peer groups e insumos escolares. Portanto, o debate sobre qual é a melhor forma de gastar recursos públicos na escola precisa levar em conta essas interações.
Aristovnik (2012)	Mede a eficiência relativa de despesas públicas nos setores de educação e P&D nos países da UE, incluindo seus novos Estados-Membros e os países da OCDE, considerando dados médios para o período de 1999 a 2007.	Países da União Europeia (UE), incluindo os novos Estados-Membros da UE e os países da OCDE.	37 países considerados	DEA	Os novos estados membros da EU, em geral, mostram relativamente elevada eficiência no ensino superior, enquanto ficam bem atrás nas medidas de eficiência de P & D.
Haelermans e Ruggiero (2013)	Estimam a eficiência técnica e alocativa de escolas públicas holandesas de ensino médio para o ano letivo de 2007/2008.	Holanda	448 escolas holandesas de ensino médio.	Estimador DEA condicional de eficiência alocativa.	Embora parte da ineficiência global de custos seja decorrente da ineficiência alocativa, a ineficiência técnica ainda representa parte dominante.
Agasisti (2014)	Analisa a eficiência dos gastos públicos em educação nos países da União Europeia durante o período de 2006 a 2009.	Países da União Europeia	20 países europeus	DEA com abordagem <i>Bootstrap</i> e índices de Malmquist para medir a mudança na eficiência no período considerado.	A eficiência média manteve-se praticamente estável durante o período analisado.
Grosskopf; Haye; Taylor (2014)	Avaliam o desempenho educacional, considerando a eficiência e equidade da oferta de educação pública nos EUA para o ano letivo de 2010/2011.	Estados Unidos	965 distritos escolares públicos localizados em áreas urbanas e rurais.	Análise de Fronteira Estocástica (SFA), dos Mínimos Quadrados Ordinários Corrigidos (C-OLS) e DEA para modelar a eficiência de custos das escolas ou distritos escolares.	A aplicação dessas técnicas para os dados disponíveis são sensíveis às escolhas da modelagem que os pesquisadores fazem.

Fonte: Elaborado pelos autores com base nesses estudos citados no Quadro 1.

Quadro 2 – Revisão bibliográfica nacional com estudos recentes sobre eficiência aplicada à educação

Autoria	Objetivos	Área de estudo	Unidade de análise	Modelos utilizados	Principais conclusões
Silva (2010)	Analisa a eficiência e a equidade dos gastos públicos com ensino fundamental em municípios pertencentes a três regiões baianas para 1991, 1996 e 2000.	Bahia	48 municípios da Região Metropolitana de Salvador, Médio São Francisco e Oeste baiano.	DEA para análise da eficiência e Índice de Gini para análise da equidade.	Elevado grau de desperdício de recursos e redução da desigualdade educacional.
Almeida e Gasparini (2011)	Propõem um índice de eficiência e qualidade dos gastos públicos com a educação fundamental em municípios da Paraíba para 2005.	Paraíba	179 municípios paraibanos.	DEA	Os municípios menores são os que apresentam os piores resultados e os grandes centros do Estado aparentam influenciar positivamente seus vizinhos.
Wilbert e D'Abreu (2013)	Avaliam a eficiência dos gastos públicos com educação fundamental dos municípios alagoanos para o período de 2007 a 2011.	Alagoas	57 municípios alagoanos.	DEA	Os municípios eficientes gastaram pouco por aluno matriculado e os municípios menos eficientes foram os que tiveram elevados gastos por aluno, mas que alcançaram os piores desempenhos no Ideb de 2011.
Castro e Sousa (2014)	Aferem os escores de eficiência técnica e de escala dos gastos públicos da rede de ensino municipal cearense para 2011.	Ceará	149 municípios cearenses.	DEA	Os melhores resultados foram verificados pela mesorregião Metropolitana de Fortaleza e predominância de escolas públicas estaduais operando com retornos decrescentes de escala.
Dantas; Costa; Silva (2015)	Mensuram o grau de eficiência na alocação dos recursos públicos oriundos do Fundeb em educação fundamental dos municípios do Rio Grande do Norte no ano de 2011.	Rio Grande do Norte	138 municípios potiguares	DEA	Os maiores gastos médios por alunos matriculados no ensino fundamental provenientes do Fundeb não garantem eficiências em suas alocações.
Araújo Júnior et al. (2016)	Calculam o nível de (in) eficiência técnica das escolas públicas dos estados do Nordeste e indicam seus possíveis determinantes para 2013.	Região Nordeste	2.284 escolas públicas no Nordeste	DEA e modelo de regressão censurado (Tobit)	As escolas públicas do Nordeste conseguem ser mais eficientes nos anos iniciais em termos comparativos com os anos finais do ensino fundamental.

Fonte: Elaborado pelos autores com base nesses estudos citados no Quadro 2.

3 METODOLOGIA

3.1 Variáveis utilizadas e natureza dos dados

As variáveis empregadas neste estudo consistem no gasto por aluno matriculado na rede de ensino municipal, contemplando a educação infantil, ensino fundamental e educação de jovens e adultos, que corresponde ao insumo utilizado no modelo DEA. Como o ensino médio é responsabilidade quase que exclusivamente do Estado e não da administração municipal, então essa modalidade não fez parte do estudo.

Quanto aos produtos do modelo DEA, foram consideradas as variáveis referentes ao número de professores por aluno matriculado na rede de ensino municipal; ao número de salas utilizadas como salas de aula por aluno matriculado na rede de ensino municipal; e ao número de estabelecimentos por aluno matriculado na rede de ensino

municipal. Essa seleção foi baseada nos estudos de Trompieri Neto et al. (2009) e Aguiar Neto (2010).

No tocante às fontes dos dados, o insumo foi coletado na base de dados das Finanças do Brasil (Finbra), para o ano de 2012, divulgados pela Secretaria do Tesouro Nacional (STN) e os produtos foram colhidos no Censo Escolar¹ (INEP, 2012). A escolha do ano estudado foi fundamentada nos dados da PNAD, divulgada pelo IBGE (2012), que mostram que a região Nordeste registrou uma elevação da taxa de analfabetismo de 15,3, em 2011, para 15,8, em 2012.

3.2 Método analítico

Para atender os objetivos concernentes ao trabalho, utilizou-se o método de Análise Envoltória de Dados – *Data Envelopment Analysis* (DEA) ou Teoria

¹ Para utilização dos microdados do Censo Escolar, é mister realizar um processo de decodificação dos dados. Para satisfazer tal necessidade, o presente trabalho utilizou o software SPSS 21.

da Fronteira. O software adotado para operacionalização do método DEA foi o DEAP versão 2.1, disponibilizado pelo *Centre for Efficiency and Productivity Analysis* (CEPA) da Universidade de Queensland.

A eficiência pode ser medida por métodos paramétricos, por meio de procedimentos econométricos e por métodos não paramétricos (GOMES; BAPTISTA, 2004). Segundo Gonçalves e França (2013), o cálculo da eficiência por intermédio de modelos não paramétricos, como é o caso do modelo DEA que possibilita a inclusão de vários produtos, baseia-se nos axiomas fracos da teoria econômica e não necessita de que a forma funcional seja predeterminada. A análise, porém, está limitada à amostra, ignora a presença de ruído nos dados e a convergência pode ser lenta. Na área educacional, a Unidade Tomadora de Decisão – *Decision Making Units* (DMUs), em sua grande maioria, conforme apresentada na revisão bibliográfica, é constituída por escolas ou por países/estados/municípios devido à facilidade na obtenção dos dados. No entanto, vale ressaltar que a DMU escola ou estados e municípios faz parte de um contexto maior e não se restringe a escola por si só. Neste artigo, a DMU corresponde ao município nordestino em análise.

Os modelos de Análise Envoltória de Dados possuem atributos bastante operacionais, como determinar a eficiência relativa de cada DMU como um único número que resume as interações entre múltiplos insumos e produtos, e possibilitar a identificação de economias de insumos ou acréscimos de produção para as DMUs ineficientes se projetarem em direção às eficientes e dispensar dados sobre preços dos insumos (FERREIRA; GOMES, 2009).

Em conformidade com Faria, Jannuzzi e Silva (2008), a eficiência é definida em termos relativos e se baseia em observações reais, isto é, os desempenhos das DMUs são aferidos mediante a comparação de seus produtos e insumos com os de outras DMUs da amostra, buscando identificar as melhores que estão na fronteira de produção eficiente.

De acordo com Charnes et al. (1994), para que uma DMU seja eficiente, nenhum produto pode ter sua produção aumentada sem que haja aumento no uso de insumos ou reduzida a produção de outro produto, e, ou, nenhum insumo pode ser reduzido sem ter que reduzir a produção de outro produto.

Em 1978, surgiu o modelo CCR, que considera retornos constantes à escala na fronteira e também conhecido como *Constant Returns to Scale* (CRS).

Para Coelli, Rao e Battese (1998), esse modelo pode ser expresso por:

$$\begin{aligned} \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta, \text{ sujeito a: } & -y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \text{ e } \lambda \geq 0, \end{aligned} \quad (1)$$

Em que θ é o escore de eficiência de uma dada DMU; y é o produto da DMU e x é o insumo. X é a matriz de insumos ($n \times k$) e Y é a matriz de produtos ($n \times m$); λ é o vetor de constantes que multiplica a matriz de insumos e produtos.

Em 1984, surgiu o modelo BCC, também conhecido como *Variable Returns to Scale* (VRS), em que se consideram retornos variáveis, podendo assumir rendimentos crescentes e decrescentes de escala.

Conforme Gomes e Baptista (2004), uma DMU opera com retornos constantes à escala quando o escore de eficiência de escala for igual a um. Entretanto, se a medida de eficiência de escala for menor que a unidade, poderá ocorrer a presença de rendimentos crescentes ou decrescentes de escala. Neste caso, devem-se comparar os escores de eficiência técnica no modelo com retornos não crescentes e no modelo com retornos variáveis, de modo que se tais valores forem diferentes, a DMU terá retornos crescentes à escala e se forem idênticos, terão retornos decrescentes à escala.

Segundo Coelli, Rao e Battese (1998), o modelo DEA com retornos variáveis pode ser representado por:

$$\begin{aligned} \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta, \text{ sujeito a: } & -y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0, N_1' \lambda = 1 \text{ e } \lambda \geq 0, \end{aligned} \quad (2)$$

em que N_1 é um vetor ($N \times 1$) de algarismos unitários.

Os modelos DEA podem ser orientados a insumos ou a produtos, sendo que, no primeiro caso, admite-se que as produções mantenham-se constantes e que os insumos se modifiquem para alcançar a fronteira de produção eficiente, enquanto, no segundo caso, admite-se que os insumos não se alterem, mas as produções variam para atingir a fronteira de produção eficiente (FERREIRA; GOMES, 2009). Neste trabalho, utilizou-se orientação insumo. Desta forma, o adequado é minimizar o gasto por aluno matriculado sem modificar a quantidade de professores, de salas de aulas e de estabelecimentos por aluno matriculado. Esses recursos

poderiam ser alocados para outros fins, como, por exemplo, a qualificação dos docentes e melhores condições de infraestrutura.

Nesses modelos, conforme Aristovnik (2012), as ineficiências representam os graus de desvio em relação à fronteira. As ineficiências de insumos indicam o grau em que os insumos devem ser reduzidos para que a DMU ineficiente passe a fazer parte da fronteira eficiente. Já as ineficiências de produtos constituem o aumento necessário nos produtos para a DMU se tornar eficiente. Caso uma DMU reduza seus *inputs* pelos valores de ineficiência ou aumente seus *outputs* pela quantidade de ineficiência, poderá se tornar eficiente, isto é, poderá obter o escore de eficiência igual a um.

A eficiência técnica pode ser definida pela ótica do insumo como a diferença entre a quantidade de insumos efetivamente empregada para produzir dado nível de produto e o montante mínimo factível de insumos necessários para produzir esse mesmo nível de produto com a tecnologia de produção disponível. A eficiência técnica referente à tecnologia com retornos constantes é nomeada como eficiência técnica global e pode ser dividida em um componente de eficiência associada à escala atual de operação e outro componente que afere a distância entre a escala atual e a ideal (com retornos constantes). Essa distância pode ser mensurada pela razão entre a produtividade máxima (obtida na escala ótima) e a produtividade efetivamente obtida pela firma se ela fosse tecnicamente eficiente em sua escala atual de operação. A eficiência alocativa se relaciona ao objetivo e ao comportamento da firma. Caso busque minimizar os custos, a firma escolherá o montante e a proporção de insumos que produzam o total desejado ao mínimo custo (MATTOS; TERRA, 2015).

Para esses autores, além da eficiência técnica e alocativa, há também a eficiência social, que se relaciona ao montante e à proporção ótima de bens sob a perspectiva social, ou seja, aquela cesta de bens produzida que maximiza a utilidade da sociedade. A presença de externalidades, bens públicos ou poder de mercado podem fazer com que a combinação de produtos não seja ótima do ponto de vista social, embora seja sob a ótica alocativa.

Na concepção de Gomes e Baptista (2004), a presença de apenas uma observação discrepante na amostra influencia todas as medidas de eficiência. Assim, torna-se relevante identificar a presença de

outliers nos dados coletados e removê-los para não comprometer os resultados estimados e torná-los mais robustos.

Para isso, realizou-se o teste proposto por Sousa, Cribari Neto e Stosic (2005). Esses autores desenvolveram uma técnica de identificação de *outliers* com base no método Jackstrap², que considera uma combinação de técnicas de reamostragem *Jackknife* com *Bootstrap*. O procedimento consiste em construir uma medida de *leverage*, que mensura a influência de cada DMU sobre as demais, sendo que aquelas que tiverem maiores influências devem ser desconsideradas da análise para não comprometer as estimações do DEA. Para esses autores, o ponto de corte recomendado deve se basear na função *Heaviside*, que considera os dados obtidos dos *leverages* e a quantidade K de DMUs, conforme as seguintes especificações:

$$\begin{aligned} P(\tilde{l}_k) &= 1, \text{ se } \tilde{l}_k \leq \tilde{l} \log K \text{ e} \\ P(\tilde{l}_k) &= 0, \text{ se } \tilde{l}_k > \tilde{l} \log K, \end{aligned} \quad (3)$$

em que $P(\tilde{l}_k)$ é a probabilidade da k-ésima DMU com *leverage* médio \tilde{l}_k não ser *outlier* e o ponto de corte é definido pelo produto entre o *leverage* médio global \tilde{l} e o logaritmo de K. Essas técnicas serão operacionalizadas por meio do *software* Jackstrap.exe.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os procedimentos descritos na metodologia, foram determinados, inicialmente, os escores de eficiência técnica dos gastos públicos da rede de ensino municipal para 1.447 dos 1.794 municípios nordestinos, uma vez que 347 referiam-se aos municípios com *missing data*. A partir do método *Jackstrap*, tomando como base a linha de corte recomendada pela função *Heaviside*, constatou-se a existência de 23 *outliers*³. Es-

2 Combina as técnicas *Jackknife* (determinística) com *Bootstrap* (estocástica) com o intuito de remover o impacto da retirada de uma dada DMU sobre a aferição dos escores de eficiência DEA para o restante da amostra. O cerne deste método consiste em diminuir estocasticamente o impacto de poucas observações muito influentes sobre os escores de eficiência finais (SOUSA; STOSIC, 2015).

3 Correspondem aos municípios de Amélia Rodrigues, Ibicoara, Ipujiara, Santa Brígida e Simões Filho, na BA; Cratús, Cruz, Missão Velha, Pacatuba e Umirim, no CE; Bacuri, no MA; Ipubi, Ipojuca, Itaíba e Jaboatão dos Guararapes, em PE; Coronel José Dias, Nossa Senhora de Nazaré, Ribeira do Piauí, Santa Cruz dos Milagres, São Félix do Piauí e Sebastião Leal, em PI; e Equador e Ipangaçu, no RN.

ses municípios foram removidos da análise. Dessa maneira, a estimação dos índices de eficiência foi realizada para 1.424 municípios nordestinos.

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis que fizeram parte desta estimação, para que, em seguida, fossem expostos os resultados de eficiência técnica e de escala dos gastos públicos da rede de ensino municipal nordestina. Em relação à heterogeneidade das variáveis consideradas no estudo, a maior dispersão ocorre com o produto correspondente à relação entre o número de estabelecimentos e o número de matrículas. Nesse sentido, o estado da Paraíba concentra 17 (Gado Bravo, Parari, Areia de Baraúnas, Algodão de Jandaíra, Olivedos, São José dos Cordeiros, Aguiar, Poço de José de Moura, Santana de Mangueira, Mato Grosso, Vieirópolis, Caraúbas, Igaracy, Bernardino Batista, Curral Velho, Livramento e Coxixola) dos 20 municípios nordestinos que apresentam a maior quantidade de estabelecimentos por matrícula. Por outro lado, vale destacar que, dentre os 20 municípios nordestinos com menor número de escolas por aluno matriculado, encontram-se as capitais Fortaleza, João Pessoa e São Luís com proporções menores do que 0,002. No tocante à média, constatou-se que, dentre os 1.424 municípios nordestinos considerados no estudo, parcela majoritária (60,74%) teve estabelecimentos por matrícula abaixo da média obtida na região.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na mensuração dos escores de eficiência técnica dos gastos públicos da rede de ensino municipal nordestina (2012)

Variáveis	Mínimo	Média	Máximo	DP*	CV** (%)
Gasto por aluno matriculado	1.019,53	3.189,45	13.238,72	1.183,31	0,37
Nº de professores por aluno matriculado	0,05	0,15	0,71	0,06	0,38
Nº de estabelecimentos por aluno matriculado	0,001	0,01	0,07	0,01	0,62
Nº de salas de aula por aluno matriculado	0,01	0,03	0,18	0,01	0,41

Fonte: Elaborada com base nos dados do Finbra/STN (2012) e Censo Escolar/Inep (2012).

*Representa o desvio-padrão; **representa o coeficiente de variação.

A partir da base de dados pesquisada, constata-se que, concernente ao insumo representado pela relação entre os gastos públicos com educação e o número de matrículas, o estado da Paraíba ao mesmo tempo em que tem os 13 municípios com maiores gastos por matrícula (Algodão de Jandaíra, Gado Bravo, Alcantil, Areia de Baraúnas, Vieirópolis, São José do Brejo do Cruz, Emas, Riacho de Santo Antônio, Santo André, Juarez Távora, Poço de José de Moura, Sobrado, Riachão) possui um dos cinco municípios (Sousa) com menor gasto por matrícula e menor relação professor por matrícula, sendo que o município baiano de Serrinha foi o que registrou a menor despesa por aluno matriculado e o município pernambucano de Buenos Aires apresentou a menor relação professor por matrícula. Já em termos médios, a partir dos dados coletados, observou-se que, dentre os municípios nordestinos analisados, a maioria (63,83%) teve gasto por matrícula abaixo da média apresentada na região.

Ademais, percebeu-se que, dentre os municípios considerados no presente trabalho, a maior parte apresentou uma média de professores por matrícula e salas de aula por matrícula inferior à média na região, sendo as proporções de, respectivamente, 60,25% e 62,36%. Constatou-se ainda que o município de Gado Bravo, localizado no estado da Paraíba, apresentou ao mesmo tempo a maior relação para as variáveis concernentes a professores por matrícula (0,71) e estabelecimentos por matrícula (0,07).

Em termos comparativos com as médias nacionais, verifica-se que os municípios nordestinos analisados tiveram uma média de 0,15 professores por aluno matriculado, ficando abaixo da média brasileira de docentes no ensino fundamental estadual, que, segundo Begnini e Tosta (2017), é 0,178.

Com base na Tabela 2, percebe-se que, em média, os municípios nordestinos podem reduzir 46% do uso de seu insumo, sem danificar a produção escolar dos municípios, considerando o modelo com retornos constantes de escala. No caso da hipótese com retornos variáveis de escala, observa-se que uma redução média de 43% do emprego do insumo faz com que os municípios nordestinos ineficientes passem a fazer parte da fronteira de retornos variáveis. Paralelamente, o estudo de Carvalho e Sousa (2014), para a hipótese com retornos variáveis de escala, verificou que as escolas nordestinas, embora apresentem um progresso maior no escore médio em relação às instituições de en-

sino do Sudeste, têm escores inferiores a desta última região. Isso significa que ainda permanece a necessidade da adoção de práticas que promovam melhorias na gestão das escolas nordestinas.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas e intervalos de confiança das medidas de eficiência técnica com retornos constantes à escala (CRS), com retornos variáveis à escala (VRS) e de eficiência de escala dos gastos públicos da rede de ensino municipal nordestina (2012)

Estatísticas descritivas	Eficiência técnica		Eficiência de escala
	CRS	VRS	
Mínimo	0,13	0,16	0,57
Máximo	1,00	1,00	1,00
Desvio padrão	0,14	0,14	0,06
Coefficiente de variação (%)	25,47	24,45	5,94
Média observada	0,54	0,57	0,95
Intervalos de confiança (95%) da média			
Mínimo	0,53	0,56	0,95
Máximo	0,55	0,58	0,96

Fonte: Elaborada com base nos dados do Finbra/STN (2012) e Censo Escolar/Inep (2012).

Em relação à eficiência de escala, verifica-se que os municípios analisados podem, em média, ampliar suas escalas de produção educacional em apenas 5%. Baseando-se no coeficiente de variação, nota-se ainda que a dispersão é menor na escala de produção do que na aplicação indevida de insumo.

De acordo com Souza, Braga e Ferreira (2011), qualquer escore de eficiência obtido pelo modelo DEA que não seja igual a um denomina a DMU como ineficiente, já que este método é determinístico, possibilitando classificações indevidas. Desta forma, com o intuito de eliminar essa restrição, seguiu-se o procedimento estatístico de *Bootstrap* sugerido por tais autores. Admitindo os intervalos de confiança com 95% de probabilidade para as médias de eficiência e o processo de reamostragem de 1.000 interações, verifica-se pela Tabela 2 que os escores de eficiência dos gastos públicos da rede de ensino municipal nordestina se distribuem, em média, entre 53% e 55% no modelo CRS, entre 56% e 58% no modelo VRS e entre 94,8% e 95,5% no modelo de eficiência de escala.

A Tabela 3 expõe as frequências absolutas e relativas dos escores de eficiências técnicas e de escala, sob orientação insumo, dos gastos públi-

cos da rede de ensino municipal nordestina. Esses resultados mostram que, no modelo com retornos constantes de escala, 11 municípios (Ilha de Itamaracá-PE, Guamaré-RN, São Francisco do Conde-BA, Camaragibe-PE, Alto do Rodrigues-RN, Moreilândia-PE, Ibimirim-PE, Bacabeira-MA, Zabelê-PB, Pendências-RN, Parazinho-RN) apresentaram escore de eficiência técnica abaixo de 0,25; sendo que Ilha de Itamaracá obteve o menor escore de eficiência, mais precisamente 0,133.

Por outro lado, 11 municípios (Cipó-BA, Conde-BA, Nova Canaã-BA, Santana do Cariri-CE, Aguiar-PB, Patos do Piauí-PI, Santo Inácio do Piauí-PI, São João da Serra-PI, Sebastião Barros-PI, Francisco Dantas-RN, Laranjeiras-SE) alcançaram a máxima eficiência técnica, ou seja, os insumos foram alocados corretamente, sendo que, Cipó (R\$ 1.480,92) e Santana do Cariri (R\$ 1.504,29) estão entre os dez municípios que registraram os menores gastos públicos municipais com educação por matrícula. Os resultados encontrados no estudo de Wilbert e D'Abreu (2013) estão em conformidade com os obtidos por esses dois municípios, uma vez que 66,7% dos municípios plenamente eficientes correspondiam aos que tinham baixos gastos por aluno matriculado. Seguindo essa linha de raciocínio, Faria, Jannuzzi e Silva (2008) afirmaram que um município com baixos gastos com educação pode investir eficientemente seus recursos. Com base na literatura, verifica-se que é possível se obter bons resultados em termos de eficiência mesmo diante de poucos recursos. Portanto, não necessariamente o volume aportado de recursos públicos destinados à educação é aplicado de forma eficiente.

Tabela 3 – Distribuição das frequências absolutas e relativas das medidas de eficiência técnica com retornos constantes à escala (CRS) e com retornos variáveis à escala (VRS) e de eficiência de escala dos gastos públicos da rede de ensino municipal nordestina (2012)

Medidas de eficiência	Eficiência Técnica				Eficiência de Escala	
	CRS		VRS		Escala	
	fi	%	fi	%	fi	%
$E < 0,25$	11	0,77	5	0,35	-	-
$0,25 \leq E < 0,50$	590	41,43	469	32,94	-	-
$0,50 \leq E < 0,75$	703	49,37	804	56,46	14	0,98
$0,75 \leq E < 1,0$	109	7,65	128	8,99	1.382	97,05
$E = 1,0$	11	0,77	18	1,26	28	1,97
Total	1.424	100,00	1.424	100,00	1.424	100,00

Fonte: Elaborada com base nos dados do Finbra/STN (2012) e Censo Escolar/Inep (2012).

Os dados revelam que, no modelo CRS, a maior predominância de municípios se encontra na classe de eficiência técnica de 0,50 a 0,75, uma vez que, dos 1.424 municípios nordestinos considerados, 703 deles fazem parte dessa classe. Este intervalo também prevalece no modelo VRS. Averigua-se também, nesse modelo, que 18 municípios apresentaram-se totalmente eficientes, ou seja, sete a mais do que no modelo CRS estão na fronteira de retornos variáveis, entretanto, não se localizam na fronteira de retornos constantes, que se referem aos municípios de Macururé-BA, Serrinha-BA, Ibicuitinga-CE, Gado Bravo-PB, Parari-PB, Santana de Mangueira-PB, Jacobina do Piauí-PI. Portanto, tais municípios não têm problemas em relação ao uso demasiado de insumos, mas apresentam problemas referentes à escala utilizada de maneira imprópria. Esses 18 municípios são considerados *benchmarks*, ou seja, servem como referência para os municípios que se encontram abaixo da fronteira de eficiência técnica relativa.

No tocante à eficiência de escala, observa-se que parcela majoritária dos municípios analisados (95,37%) obteve escores de eficiência de 0,50 a 0,75. Os dados também apontam que 53 (Cipó, Conde, Nova Canaã, Santana do Cariri, Aguiar, Patos do Piauí, Santo Inácio do Piauí, São João da Serra, Sebastião Barros, Francisco Dantas, Laranjeiras, Jaramataia, Riachão das Neves, Sento Sé, Tabocas do Brejo Velho, Água Doce do Maranhão, Barra do Corda, Pindaré-Mirim, Tasso Fragoso, Diamante, Juazeirinho, Pedra Branca, Serra da Raiz, Belém do Piauí, Alexandria, Carnaúba dos Dantas, Serrinha dos Pintos, Muribeca, Brotas de Macaúbas, Caém, Caldeirão Grande, Jaguarari, Mansidão, Nova Fátima, Palmeiras, São Francisco do Conde, Saúde, Paracuru, Cidelândia, Urbano Santos, Guarabira, Vista Serrana, Frei Miguelinho, Machados, Salgadinho, Angical do Piauí, Bom Jesus, Juazeiro do Piauí, Bodó, Lajes, São Fernando, Arauá, Santo Amaro das Brotas) alcançaram o nível ótimo de eficiência de escala, sendo que o valor unitário obtido pelos 11 primeiros municípios pode ser atribuído ao fato de terem sido plenamente eficientes nos modelos com retornos constantes e variáveis de escala, enquanto os escores de eficiência de escala unitários dos últimos municípios são devido à apresentação de escores de eficiência técnica iguais nos modelos com retornos constantes e variáveis de escala.

Os resultados encontrados para os municípios de Salgadinho-PE e Mansidão-BA estão de acordo com Faria, Jannuzzi e Silva (2008), que enfatizaram que municípios pobres podem ser eficientes na aplicação de seus recursos destinados à educação. Esses dois municípios estão entre os dez mais pobres de seus Estados, já que, segundo o IBGE (2012), obtiveram, em 2012, PIB *per capita* de, respectivamente, R\$ 4.273,85 e R\$ 3.894,2, valores muito inferiores aos PIB *per capita* das unidades federativas de Pernambuco (R\$ 13.138,48) e da Bahia (R\$ 11.832,33). Por outro lado, segundo este mesmo estudo, municípios mais ricos podem apresentar eficiência muito baixa, como é o caso de Guamaré-RN, São Francisco do Conde-BA, Alto do Rodrigues-RN, Bacabeira-MA, que foram quatro das cinco cidades com medidas de eficiência baixas em ambos os modelos. Nesse sentido, é importante expor que, de acordo com o IBGE (2012), suas rendas *per capita*, em 2012 foram de, respectivamente, R\$ 104.639,06, R\$ 61.406,66, R\$ 22.934,63 e R\$ 13.109,01; dessa maneira, estão entre as cidades com as rendas *per capita* mais elevadas dos seus estados.

Além de expor os dados da eficiência dos gastos públicos da rede de ensino municipal para a região Nordeste, também é importante examinar seu comportamento em termos desagregados por estado nordestino. Para tal, as demais tabelas consideram os nove estados nordestinos. Na Tabela 4, são apresentadas as principais estatísticas descritivas dos escores de eficiência técnica, admitindo as pressuposições de retornos constantes e retornos variáveis à escala. Com base nesses resultados, verifica-se que o estado do Piauí registrou os maiores escores mínimos de eficiência técnica e os maiores valores médios em ambos os modelos analisados, ficando acima da média encontrada na região Nordeste. Ademais, em termos médios, os estados da Bahia, Ceará e Maranhão também ultrapassaram a média regional. Em contrapartida, Sergipe e Pernambuco obtiveram as menores médias dos escores de eficiência nos modelos CRS e VRS. Isso significa que esses estados são os que estão alocando seus recursos de maneira mais ineficiente. Quanto à dispersão dos escores de eficiência em relação à média, os recursos estão sendo aplicados de forma mais heterogênea nos estados do Sergipe e da Paraíba, já que tais estados foram os que apresentaram maiores coeficientes de variação.

Tabela 4 – Estatística descritiva dos escores de eficiência técnica com retornos constantes à escala (CRS) e com retornos variáveis à escala (VRS) dos gastos públicos da rede de ensino municipal nordestina (2012)

Estados Nordestinos	Número de municípios	Mínimo		Média		Máximo		CV*(%)	
		CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS
Alagoas	79	0,29	0,30	0,49	0,53	0,98	0,99	22,72	21,83
Bahia	330	0,17	0,17	0,58	0,60	1,00	1,00	22,22	21,79
Ceará	142	0,31	0,34	0,56	0,59	1,00	1,00	21,41	20,91
Maranhão	136	0,24	0,24	0,59	0,62	0,99	0,99	22,24	21,15
Paraíba	208	0,24	0,28	0,53	0,57	1,00	1,00	25,25	25,49
Pernambuco	164	0,13	0,17	0,44	0,47	0,83	0,84	22,76	20,63
Piauí	175	0,41	0,42	0,64	0,65	1,00	1,00	20,38	19,89
Rio Grande do Norte	134	0,16	0,16	0,49	0,51	1,00	1,00	24,92	24,72
Sergipe	56	0,25	0,25	0,44	0,46	1,00	1,00	29,29	27,62
Nordeste	1.424	0,13	0,16	0,54	0,57	1,00	1,00	25,47	24,45

Fonte: Elaborada com base nos dados do Finbra/STN (2012) e Censo Escolar/Inep (2012).

*Representa o coeficiente de variação.

A Tabela 5 mostra os resultados das medidas de eficiência técnica, em termos relativos, considerando as hipóteses de retornos constantes e variáveis de escala. Quanto ao estado de Alagoas, observa-se que 67,09% dos seus municípios possuem nível de eficiência dos gastos públicos abaixo de 0,50 no modelo CRS, indicando que 53 municípios encontram nesse intervalo de eficiência, enquanto o modelo VRS concentra 51,90% no intervalo de 0,50 a 0,75, ou seja, 41 municípios. Outrossim, constata-se que nenhum município alagoano apresentou-se como sendo completamente eficiente. Diante de tal informação, é importante esclarecer que os municípios alagoanos de Messias, Teotônio Vilela, Estrela de Alagoas, Tanque d'Arca e União dos Palmares foram os únicos que obtiveram escores superiores a 0,75, sendo que, no caso desse último, tal classe de eficiência técnica só foi atingida no modelo VRS. Ademais, o nível excelente de eficiência também não foi obtido por nenhum município dos estados do Maranhão e de Pernambuco.

No estado da Bahia, constata-se que, no caso do modelo CRS, dos 330 municípios considerados, 208 deles apresentaram eficiência técnica no intervalo de 0,50 e 0,75. No modelo VRS, os municípios baianos também ficaram concentrados neste intervalo, sendo, nesse caso, 15 a mais do que no modelo anterior. Somente três municípios (Cipó, Conde e Nova Canaã) serviram de referência a ser seguida pelos demais no modelo CRS, já que atingiram a máxima eficiência técnica, ao passo que os municípios Macururé e Serrinha também passaram a apresentar escores de eficiência técnica equivalente à unidade no modelo VRS. Os dados também revelam que apenas o município de São Francisco do Conde obteve escore de eficiência inferior a 0,25, para ambos os modelos. Esses resultados desfavoráveis para esse município são compatíveis com o encontrado por Silva (2010). Nos três anos avaliados nesse estudo, este município apresentou ineficiência forte. Assim, é possível inferir que historicamente São Francisco do Conde aloca ineficientemente seus recursos.

Tabela 5 – Distribuição da frequência relativa das medidas de eficiência técnica com retornos constantes à escala (CRS) e com retornos variáveis à escala (VRS) dos gastos públicos da rede de ensino municipal nordestina (2012)

Estados nordestinos	Classes de eficiência técnica									
	E < 0,25		0,25 ≤ E < 0,50		0,50 ≤ E < 0,75		0,75 ≤ E < 1,0		E = 1,0	
	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS
Alagoas	-	-	67,09	41,77	27,85	51,90	5,06	6,33	-	-
Bahia	0,30	0,30	26,97	20,61	63,03	67,58	8,79	10,00	0,91	1,52
Ceará	-	-	35,92	25,35	55,63	62,68	7,75	10,56	0,70	1,41
Maranhão	0,74	0,74	23,53	14,71	64,71	70,59	11,03	13,97	-	-
Paraíba	0,48	0,48	48,56	36,54	42,31	52,40	8,17	8,65	0,48	1,92
Pernambuco	2,44	0,61	73,17	64,63	23,17	33,54	1,22	1,22	-	-
Piauí	-	-	12,57	10,86	70,86	70,29	14,29	16,00	2,29	2,86
Rio Grande do Norte	2,99	1,49	58,96	52,99	33,58	39,55	3,73	5,22	0,75	0,75
Sergipe	-	-	76,79	69,64	19,64	26,79	1,79	1,79	1,79	1,79

Fonte: Elaborada com base nos dados do Finbra/STN (2012) e Censo Escolar/Inep (2012).

Em relação ao estado do Ceará, observa-se que, dos 142 municípios analisados, 79 e 89 deles, o que equivale a 55,63% e 62,68%, tiveram, respectivamente, escores de eficiência no intervalo de 0,50 e 0,75 no que diz respeito aos modelos CRS e VRS. Ademais, também se constatou que, 12 municípios (Santa do Cariri, Tabuleiro do Norte, Ibicuitinga, Ipu, Beberibe, Umari, Aratuba, Uruburetama, Independência, Pacajus, Alcântaras e Altaneira) obtiveram escores de eficiência acima de 0,75 no modelo CRS. No modelo VRS, Milagres, Tauá, Paraipaba, São Benedito, Aracoiba também passaram a integrar este grupo de municípios, sendo que Ibicuitinga passou a apresentar escore de eficiência excelente, o que já era o caso de Santana do Cariri. Essa reduzida porcentagem de municípios cearenses com escores de eficiência iguais à unidade também foi encontrada no trabalho de Castro e Sousa (2014).

Ao analisar a eficiência do gasto público em educação básica nos 27 estados brasileiros nos anos de 2001, 2003 e 2005, Benegas (2012) verifica que os piores resultados no ensino fundamental foram averiguados na região Nordeste, especificamente no estado do Ceará. Por outro lado, a Região Sul, especialmente a unidade federativa do Rio Grande do Sul, serve de referência para o restante do país, uma vez que esse estado foi o único que alcançou plena eficiência técnica para o modelo VRS nos três anos estudados, em ambos os níveis educacionais.

No caso da unidade federativa do Maranhão, os dados apontam que 64,71% e 70,59% dos municípios considerados têm nível de eficiência de 0,50 a 0,75, respectivamente, sob as hipóteses de retornos constantes e variáveis de escala. Isso indica, mais precisamente, que, dos 136 municípios analisados neste trabalho como integrante dessa unidade de federação, 88 e 96, respectivamente, nos modelos CRS e VRS, possuem escores de eficiência nesse intervalo. Ademais, o pior resultado foi obtido pelo município de Bacabeira que não atingiu o escore de eficiência de 0,25 nos dois modelos. Do lado extremo, os melhores escores de eficiência, ou seja, a partir de 0,75, foram obtidos pelos municípios de Pindaré-Mirim, Cachoeira Grande, Sucupira do Norte, Dom Pedro, Presidente Médici, São Bento, Santa Inês, Amapá do Maranhão, Morros, Belágua, Lago dos Rodrigues, São Félix de Balsas, Bernardo do Mearim, Palmeirândia,

Buriti Bravo, Afonso Cunha, Peri Mirim, Lago da Pedra e Turiaçu, sendo que os quatro últimos municípios só atingiram tal intervalo apenas no modelo VRS.

No caso do estado da Paraíba, os dados evidenciam que, dos 208 municípios analisados, praticamente a metade deles (102 municípios) obtiveram escore de eficiência técnica dos gastos públicos da rede de ensino municipal menor que 0,50 no modelo CRS, sendo que o município de Zabelê obteve escore de eficiência abaixo de 0,25. No modelo VRS, a maior participação relativa acontece no intervalo de 0,50 e 0,75, que abrange 109 municípios. Assim, percebe-se uma melhoria dos escores de eficiência dos municípios paraibanos, uma vez que o intervalo de 0,25 a 0,50 passou a compreender 77 municípios. Verifica-se também que, na pressuposição de retornos constantes de escala, os municípios de Coxixola, Bayeux, Santana de Mangueira, Teixeira, São José dos Cordeiros, São João do Cariri, Cacimba de Areia, Ibiara, Parari, Boa Ventura, Manaíra, Livramento, Gado Bravo, Olivados, Cabedelo, Seridó e Conceição têm escores de eficiência situados nos intervalo entre 0,75 e 1,0 e o município de Aguiar mostrou-se completamente eficiente. Já quando se admite a pressuposição de retornos variáveis de escala, constata-se que os municípios de Sousa, Areia de Baraúnas, Tenório e Taperóa passam a apresentar escores superiores a 0,75, e que os municípios de Gado Bravo, Parari e Santana de Mangueira elevaram seus escores, de tal maneira que passaram a ser plenamente eficientes. Dentro dessa discussão e por meio do modelo BCC, Almeida e Gasparini (2011) também constataram que esses dois últimos municípios são completamente eficientes.

No tocante à unidade federativa de Pernambuco, nota-se que, dos 164 municípios avaliados, quatro deles (Camaragibe, Moreilândia, Ibimirim e Ilha de Itamaracá) estão situados no intervalo com escores inferiores a 0,25 no modelo CRS, sendo que apenas este último permanece nessa classe no modelo VRS. A maior participação relativa em ambos os modelos ocorre no intervalo de 0,25 a 0,50. Além do mais, somente os municípios de Mirandiba e Carnaubeira da Penha atingiram escores acima de 0,75. Tal resultado permite deduzir que o estado de Pernambuco tem a pior participação relativa nordestina em relação aos municípios que apresentam escores de eficiência acima de 0,75.

Das nove unidades federativas nordestinas, o Piauí apresentou o melhor desempenho relativo acerca da eficiência nos gastos públicos na rede de ensino municipal. Note que, apesar dos municípios estarem concentrados no intervalo de 0,50 a 0,75 (correspondendo mais precisamente a 124 e 123 municípios, respectivamente, nos modelos CRS e VRS), o estado é o que apresenta a maior participação relativa de municípios no intervalo de eficiência superior a 0,75 com, respectivamente, 29 e 33 municípios compreendidos neste intervalo, nos modelos CRS e VRS. Destes municípios, Patos do Piauí, Santo Inácio do Piauí, São João da Serra e Sebastião Barros obtiveram nível de eficiência excelente em ambos os modelos, enquanto Jacobina do Piauí obteve tal nível apenas no modelo VRS. Esse estado também foi o que obteve a menor participação relativa, dentre as unidades federativas da região Nordeste, quanto aos municípios que apresentaram escores de eficiência inferiores a 0,50.

Em números absolutos, no modelo CRS, apenas 22 municípios (Jurema, Marcolândia, Conceição do Canindé, Aroeiras do Itaim, Rio Grande do Piauí, Bonfim do Piauí, Paulistana, Santa Rosa do Piauí, Bom Jesus, São Raimundo Nonato, Dirceu Arcoverde, Demerval Lobão, Wall Ferraz, Teresina, Agricolândia, São João do Piauí, Colônia do Piauí, Miguel Leão, Guaribas, Miguel Alves e Vila Nova do Piauí), apresentam escores de eficiência inferiores a 0,50. No modelo VRS, os resultados foram ainda melhores, uma vez que os três últimos municípios supracitados passaram a apresentar escores superiores a 0,50. Esses resultados do estado do Piauí não estão em conformidade com os obtidos por Begnini e Tosta (2017) para a eficiência dos gastos com a educação fundamental no Brasil no ano de 2011, já que o estado piauiense foi considerado o mais ineficiente. Em contrapartida, os estados que tiveram escores de eficiência iguais a 1,00 foram Amazonas, Distrito Federal, São Paulo, Amapá, Goiás, Minas Gerais e Acre, sendo que nenhum desses faz parte do Nordeste brasileiro.

No caso do estado do Rio Grande do Norte, constatou-se que Francisco Dantas foi o único município com a máxima eficiência técnica em ambos os modelos e que cinco (Apodi, Rodolfo Fernandes, José da Penha, Paraná, e Japi) e sete (Apodi, Rodolfo Fernandes, José da Penha, Paraná, Ceará-Mirim, Florânia e Japi) municí-

pios, respectivamente, obtiveram escores na classe de eficiência entre 0,75 e 1,00. Por outro lado, os municípios de Parazinho, Pendências, Alto do Rodrigues e Guamaré apresentaram os piores escores de eficiência técnica no modelo com retornos constantes à escala; enquanto, no modelo com retornos variáveis à escala, Parazinho e Pendências passaram a obter escores de eficiências superiores a 0,25. Ademais, também se verificou que, dos 134 municípios analisados, mais da metade, ou seja, 83 e 73 deles registraram escores de eficiência técnica dos gastos públicos da rede de ensino municipal inferior 0,50, respectivamente, nos modelos CRS e VRS.

A eficiência técnica dos gastos públicos da rede de ensino municipal é muito baixa para grande parte dos municípios que fazem parte do estado do Sergipe, visto que, dos 56 municípios considerados no estudo, 43 (76,79%) e 39 (69,64%) deles apresentam escores de eficiência inferiores a 0,50, respectivamente, nos modelos CRS e VRS. Ademais, apenas dois municípios (São Miguel do Aleixo e Laranjeiras) apresentaram escores de eficiência superior a 0,75, sendo que Laranjeiras obteve escore igual à unidade, em ambos os modelos. Essa ineficiência reflete-se sobre os resultados educacionais, tanto que esse Estado não conseguiu atingir as metas projetadas para o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB (INEP, 2013) no ano de 2013. Mais precisamente, as metas para a 4ª série/5º ano e 8ª série/9º ano eram, respectivamente, de 3,9 e 3,6; já os resultados observados para essas séries foram, respectivamente, 3,8 e 2,8.

Por último, quanto às capitais dos estados nordestinos, Natal-RN e Salvador-BA foram as que apresentaram os melhores resultados, uma vez que seus escores de eficiência técnica ficaram localizados no intervalo de 0,50 a 0,75. As demais capitais obtiveram escores de 0,25 a 0,50.

Por meio dos resultados obtidos em relação à eficiência de escala, descritos na Tabela 3, averigua-se que a maior parte (98,03%) dos municípios possui ineficiência de escala, uma vez que obteve escore de eficiência de escala menor que a unidade. Deste modo, torna-se fundamental identificar se essa ineficiência pode ser decorrente da presença de retornos crescentes ou decrescentes à escala. A Tabela 6 expõe as participações absolutas e relativas dos tipos de retornos de escala presentes nos gastos públicos da rede de ensino municipal nordestina.

Tabela 6 – Distribuições absolutas e relativas dos gastos públicos da rede de ensino municipal nordestina em 2012, segundo os tipos de retorno de escala

Estados nordestinos	Número de municípios	Tipos de retornos de escala					
		Crescente		Constante		Decrescente	
		fi	%	fi	%	fi	%
Alagoas	79	65	82,28	1	1,27	13	16,46
Bahia	330	180	54,55	15	4,55	135	40,91
Ceará	142	75	52,82	2	1,41	65	45,77
Maranhão	136	106	77,94	6	4,41	24	17,65
Paraíba	208	93	44,71	7	3,37	108	51,92
Pernambuco	164	137	83,54	3	1,83	24	14,63
Piauí	175	75	42,86	8	4,57	92	52,57
Rio Grande do Norte	134	98	73,13	7	5,22	29	21,64
Sergipe	56	34	60,71	4	7,14	18	32,14
Nordeste	1.424	863	60,60	53	3,72	508	35,67

Fonte: Elaborada com base nos dados do Finbra/STN (2012) e Censo Escolar/Inep (2012).

Conforme se observa, os retornos decrescentes de escala prevalecem apenas nos municípios dos estados da Paraíba e do Piauí. Por outro lado, a unidade federativa de Alagoas obteve a menor participação relativa de municípios com este tipo de retorno, correspondendo a 13 (Arapiraca, Barra de Santo, Barra de São Miguel, Campo Alegre, Estrela de Alagoas, Feliz Deserto, Maravilha, Marechal Deodoro, Maribondo, Messias, Santa Luiza do Norte, São José da Tapera, São Miguel dos Campos) dos 79 municípios considerados. Por outro lado, dos 1.424 municípios considerados no estudo, 863 possuem retornos crescentes de escala, tanto que em sete estados predominam esse tipo de retorno, sendo que Pernambuco registrou a maior participação relativa de municípios com retornos crescentes de escala.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados estimados por meio do método de Análise Envoltória dos Dados sob orientação insumo revelaram que, dos 1.424 municípios nordestinos que participaram desse estudo, somente 11 municípios (Cipó, Conde, Nova Canaã, Santana do Cariri, Aguiar, Patos do Piauí, Santo Inácio do Piauí, São João da Serra, Sebastião Barros, Francisco Dantas, Laranjeiras) são plenamente eficientes na alocação dos recursos públicos da rede de ensino municipal, assumindo as hipóteses com retornos constantes e variáveis de escala. Esses municípios juntamente com Macururé, Serrinha, Ibicuitinga, Gado Bravo, Parari, Santana de Mangabeira, Jacobina do Piauí são considerando *ben-*

chmarks, sendo que, os últimos sete passaram a ser eficientes a partir da incorporação de uma restrição de convexidade.

Constata-se também que os municípios nordestinos podem reduzir, em média, o uso de insumos em 46% sem prejudicar a produção escolar no modelo com retornos constantes de escala. No que concerne ao pressuposto de retornos variáveis de escala, essa diminuição deve ser de 43% para que tais municípios ineficientes passem a pertencer à fronteira de retornos variáveis. As escalas de produção educacional podem ser ampliadas em apenas 5% de acordo com o valor médio localizado para a eficiência de escala. Assim, por meio desses dados, pode-se aferir que o gasto efetivamente realizado é superior ao gasto necessário, ficando evidente que o problema não é a escassez de recursos, mas sua alocação.

A análise da eficiência dos gastos públicos da rede de ensino municipal também foi efetuada para os estados nordestinos, em que se observou que a unidade federativa do Piauí foi a que obteve melhores resultados, enquanto, do lado extremo, Sergipe apresentou os piores resultados. Constatou-se ainda que, com exceção do Piauí e da Paraíba, há predominância de municípios atuando com retornos crescentes de escala nos estados nordestinos.

Portanto, os resultados demonstram o uso inadequado dos recursos na maioria dos municípios nordestinos, uma vez que um pequeno número de municípios é eficiente, o que prejudica o desempenho escolar dos mesmos. Isso mostra que é imprescindível os gestores reverem a aplicação dos recursos e encontrar soluções que permitam

melhorar os indicadores educacionais, elementos essenciais para o desenvolvimento econômico.

Buscando captar melhor a realidade, sugere-se para trabalhos posteriores que sejam incluídos outros produtos, como, por exemplo, o número de bibliotecas, laboratórios de informática e de ciências, quadra de esportes, internet e quantidade de computadores para uso dos discentes em relação ao número de alunos matriculados na rede de ensino municipal. Ademais, recomenda-se que seja considerada a dimensão das escolas, haja vista que como o sistema de financiamento é estruturado tomando como base um valor disponível por aluno, um aspecto fundamental refere-se às economias de escala, isto é, quanto mais alunos possuírem as escolas e as turmas, mais poderá ser feito com o mesmo recurso.

REFERÊNCIAS

- AGASISTI, T. The efficiency of public spending on education: an empirical comparison of EU countries. **European Journal of Education**, v. 49, n. 4, p. 543-557, dec. 2014.
- AGUIAR NETO, J. C. **Análise de eficiência dos gastos públicos em educação no município de Meruoca**. Fortaleza, CE, 2010, 51 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Universidade Federal do Ceará, 2010.
- AKKARI, A. J.; NOGUEIRA, N. As condições para um educação básica de qualidade na América Latina. **Diálogo Educacional**. Curitiba, v. 7, n. 22, p. 131-145, set./dez. 2007.
- ALMEIDA, A. T. C.; GASPARINI, C. E. Gastos públicos municipais e educação fundamental na Paraíba: uma avaliação usando DEA. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, CE, v. 42, n. 3, p. 621-639, jul./set. 2011.
- ARAÚJO JÚNIOR, J. N. et al. Eficiência técnica das escolas públicas dos estados do Nordeste: uma abordagem em dois estágios. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, CE, v. 47, n. 3, p. 61-73, jul./set. 2016.
- ARISTOVNIK, A. The relative efficiency of education and R&D expenditures in the new EU Member State. **Journal of Business Economics and Management**, v. 13, n. 5, p. 832-848, 2012.
- BEGNINI, S.; TOSTA, H. T. A eficiência dos gastos públicos com a educação fundamental no Brasil: uma aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA). **Economia e Gestão**. Belo Horizonte, v.17, n.46, p. 43-59, jan./abril. 2017.
- BENEGAS, M. O uso do modelo *NetWork* DEA para a avaliação da eficiência técnica do gasto público em ensino básico no Brasil. **Economia**. Brasília, v. 13, n.3, p. 569-601, set./dez. 2012.
- CARVALHO, L. D. B.; SOUSA, M. C. S. Eficiência das escolas públicas urbanas das Regiões Nordeste e Sudeste do Brasil: uma abordagem em três estágios. **Estudos Econômicos**. São Paulo, v. 44, n. 4, p. 649-684, out./dez. 2014.
- CASTRO, M. S.; SOUSA, E. P. Eficiência dos gastos públicos da rede de ensino municipal cearense. In: CONGRESS OF THE BRAZILIAN REGIONAL SCIENCE ASSOCIATION, 12 and IBERO AMERICAN CONGRESS ON REGIONAL DEVELOPMENT, 2., 2014. **Anais...** Belo Horizonte, MG, 2014.
- CHARNES, A. et al. **Data envelopment analysis: theory, methodology, and application**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1994.
- COELLI, T.; RAO, D. S. P.; BATTESE, G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. Norwell: Kluwer Academic, 1998.
- DANTAS, F. C.; COSTA, E. M.; SILVA, J. L. M. Eficiência nos gastos públicos em educação fundamental nos municípios do Rio Grande do Norte. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v. 46, n. 1, p. 1-19, jan./mar., 2015.
- DAVOK, D. F. Qualidade em educação. **Avaliação**. Campinas; Sorocaba, SP, v. 12, n. 3, p. 505-513, set. 2007.
- ESSID, H.; OUELLETTE, P.; VIGEANT, S. Measuring efficiency of Tunisian schools in the presence of quasi-fixed inputs: a bootstrap data envelopment analysis approach. **Economics of Education Review**, v. 29, p. 589-596, aug. 2010.
- FARIA, F. P.; JANNUZZI, P. M.; SILVA, S. J. Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no estado do Rio de Janeiro. **Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro, v. 42 n. 1, p. 155-177, jan./fev. 2008.

FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. **Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações**. Viçosa, MG: UFV, 2009.

GONÇALVES, F. O.; FRANÇA, M. T. A. Eficiência na provisão de educação pública municipal: uma análise em três estágios dos municípios brasileiros. **Estudos Econômicos**. São Paulo, v.43, n. 2, p. 271-299, abr./jun. 2013.

GOMES, A. P.; BAPTISTA, A. J. M. S. Análise envoltória de dados. In: SANTOS, M. L.; VIEIRA, W. C., (ed.) **Métodos quantitativos em economia**. Viçosa, MG: UFV, 2004. p. 121-160.

GROSSKOPF, S.; HAYE, K. J.; TAYLOR, L. L. Efficiency in education: research and implications. **Applied Economic Perspectives and Policy**, v. 36, n. 2, p. 175-210, jun. 2014.

HAELERMANS, C.; RUGGIERO, J. Estimating technical and allocative efficiency in the public sector: a nonparametric analysis of Dutch schools. **European Journal of Operational Research**, 227, p. 174-181, may. 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese dos indicadores 2012** – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.ifal.edu.br/desenvolvimento/observatorio/informacoes-socioeconomicas1/copy7/>>. Acesso em: 16 jun. 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto Interno Bruto dos municípios 2012**: PIB municipal 2008-2012. Disponível em: <http://ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2012/default_base.shtm>. Acesso em: 16 jun. 2015.

INEP – INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Censo Escolar 2012 – microdados**. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/basica-levantamentos-acessar>>. Acesso em: 08 jun. 2014.

INEP – INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – Resultados e Metas 2013. Disponível em: <<http://ideb.inep.gov.br/>>. Acesso em: 08 set. 2014.

MATTOS, E.; TERRA, R. Conceitos sobre eficiência. In: BOUERI, R.; ROCHA, F.; RODOPOULOS, F. (Org.). **Avaliação da qualidade do gasto público e mensuração da eficiência**. Brasília: Secretaria do Tesouro Nacional, 2015. p. 211-233.

PERELMAN, S.; SANTIN, D. Measuring educational efficiency at student level with parametric stochastic distance functions: an application to Spanish PISA results. **Education Economics**, v. 19, n. 1, p. 29-49, Feb. 2011.

PINTO, J. M. R. A política recente de fundos para o financiamento da educação e seus efeitos no pacto federativo. **Educação & Sociedade**. Campinas, v. 28, n. 100, p. 877-897, out. 2007.

PINTO, J. M. R. Federalismo, descentralização e planejamento da educação: desafios aos municípios. **Cadernos de Pesquisa**. São Paulo, v. 44, n. 153, p. 624-644, jul./set. 2014.

SILVA, A. C. **Eficiência e equidade no gasto com ensino público fundamental nos municípios baianos selecionados**: uma estimativa por meio de uma função de bem-estar social. In: III Prêmio SOF. Qualidade do gasto público. 2010.

SILVA FILHO, L. A. Análise multidimensional do gasto público nos municípios cearenses. **Revista Econômica Nordeste**. Fortaleza, v. 44, n. 2, p. 523-542, abr./jun. 2013.

SOUSA, M. C. S.; CRIBARI NETO, F.; STOSIC, B. D. Explaining DEA technical efficiency scores in an outlier corrected environment: the case of public services in Brazilian municipalities. **Brazilian Review of Econometrics**, v. 25, n. 2, p. 287-313, nov. 2005.

SOUSA, M. C. S.; STOSIC, B. D. Detecção de outliers em modelos não paramétricos: o método *Jackstrap* ampliado. In: BOUERI, R.; ROCHA, F.; RODOPOULOS, F. (Org.). **Avaliação da qualidade do gasto público e mensuração da eficiência**. Brasília: Secretaria do Tesouro Nacional, 2015, p. 421-432.

SOUZA, U. R.; BRAGA, M. J.; FERREIRA, M. A. M. Fatores associados à eficiência técnica e de escala das cooperativas agropecuárias paranaenses. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Piracicaba, SP, v. 49, n. 3, p. 573-598, jul./set. 2011.

STN – SECRETÁRIA DO TESOURO NACIONAL. **Finanças do Brasil (Finbra) -2012**. Disponível em: <<http://www.tesouro.fazenda.gov.br>>. Acesso em: 08 jun. 2014.

TROMPIERI NETO, N. et al. Determinantes da eficiência dos gastos públicos municipais em educação e saúde: o caso do Ceará. In: CARVALHO, E. B. S.; HOLANDA, M. C.; BARBOSA, M. P. **Economia do Ceará em debate** 2008. Fortaleza: Ipece, p. 57-72, 2009.

UNESCO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Declaração mundial sobre educação para todos**. 1998. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000862/086291por.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2014.

WILBERT, M. D.; D'ABREU, E. C. C. F. Eficiência dos gastos públicos na educação: análise dos municípios do estado de Alagoas. **Advances in Scientific and Applied Accounting**. São Paulo, v.6, n.3, p. 348-372, set./dez. 2013.

ZOGHBI, A. C. et al. Uma análise da eficiência nos gastos em educação fundamental para os municípios paulistas. **Planejamento e Políticas Públicas**. Rio de Janeiro, Ipea, n. 36, p. 9-61, jan./jun. 2011.