

EFICIÊNCIA TÉCNICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS DOS ESTADOS DO NORDESTE:
UMA ABORDAGEM EM DOIS ESTÁGIOS

Área 6 - Crescimento, Desenvolvimento Econômico e Instituições

Josué Nunes de Araújo Junior

Mestrando em Economia da UFPE-CAA.

Endereço: Universidade Federal de Pernambuco, Campus do Agreste.

RODOVIA BR 104 - KM 59 - SÍTIO JURITI - NOVA CARUARU

CEP: 55002-970 - Caruaru, PE – Brasi

Telefone: (87) 9 9661-4904

E-mail: josue_economia@hotmail.com

Wellington Ribeiro Justo

Doutor em Economia pelo PIMES/ Universidade Federal de Pernambuco (2006). Atualmente é professor Associado da Universidade Regional do Cariri. Professor De Econometria no PPGECON

Endereço: Universidade Regional do Cariri, Centro de Estudos Sociais Aplicados Cesa, Departamento de Economia., Rua Coronel Antonio Luiz, 1161- Departamento de Economia Pimenta, CEP: 63105-000 - Crato, CE - Brasil

Telefone: (88) 31021212

Fax: (88) 31021212

E-mail: justowr@yahoo.com.br

Roberta de Moraes Rocha

Doutora em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco (2008), com doutorado sanduíche na University Urbana -Champaign. Atualmente é professor adjunto IV da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) -Campus Acadêmico do Agreste (CAA), faz parte do colegiado do Programa de Pós-Graduação em Economia da UFPE-CAA (PPGECON) e do Programa de Pós-Graduação em Gestão e Economia da Saúde da UFPE (PPGGES); e é bolsista do CNPq.

Endereço: Universidade Federal de Pernambuco, Campus do Agreste.

RODOVIA BR 104 - KM 59 - SÍTIO JURITI - NOVA CARUARU

CEP: 55002-970 - Caruaru, PE – Brasil, Ramal: 24

E-mail: roberta_rocha_pe@yahoo.com.br

Sônia Maria Fonseca Pereira Oliveira Gomes

Doutora em economia pela Universidade Federal de Pernambuco. Atualmente é professora concursada Adjunto I e membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Economia – PPGECON.

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Rua Dois Irmãos. CEP: 52171900 - Recife, PE - Brasil - Caixa-postal: 50740520

Telefone: (081) 5581915354

E-mail: sfonsecacv@yahoo.com.br

EFICIÊNCIA TÉCNICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS DOS ESTADOS DO NORDESTE: UMA ABORDAGEM EM DOIS ESTÁGIOS

Resumo: A Educação é o meio mais adequado para uma sociedade alcançar o seu pleno desenvolvimento. Nas últimas décadas o governo vem aumentando consideravelmente o volume de recursos para a educação, em especial para o ensino básico. Diante da necessidade de otimização dos resultados, este trabalho teve como objetivo mensurar o nível de (in)eficiência técnica das escolas públicas dos estados do Nordeste e indicar os seus possíveis determinantes. Os resultados foram obtidos através de dois estágios, em que no primeiro deles, utilizou-se o modelo não paramétrico DEA BCC para mensurar a eficiência e no segundo, foi utilizado o modelo de regressão censurado (Tobit) para identificar os determinantes da (in)eficiência. Os resultados mostram que as escolas conseguem ser mais eficientes nos anos iniciais quando comparadas com os anos finais.

Palavra-chaves: Análise Envoltória de Dados (DEA); Educação; Eficiência; Prova Brasil; Tobit.

Abstract: Education is most appropriate for a society to achieve their full development. In recent decades the government has greatly increasing the volume of resources to education, especially for basic education. Faced with the need to optimize the results this study aimed to measure the level of (in) efficiency of public schools in the Northeastern states and indicate their risk factors. The results were obtained through two stages where the first stage used the nonparametric DEA BCC model to measure the efficiency and in the second stage used the censored regression model (Tobit) to identify the determinants of (in) efficiency. The results show that the schools can be more effective in early years compared with later years.

Keywords: Data Envelopment Analysis (DEA); Education; Efficiency; Proof Brazil; Tobit.

JEL Classification

I20, I21

1. INTRODUÇÃO

É consenso que a educação é o caminho mais pertinente para o desenvolvimento de um país. Contudo, este benefício não pode ser apenas observado do ponto de vista estrito do Estado, mas sim, do maior ganho que é o desenvolvimento do país como nação. A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 1998), considera a educação básica como o pilar que dá sustentação para a formação do capital humano de um país.

O Brasil, nas duas últimas décadas, tem mostrado considerável interesse na melhoria da educação. O grande marco está na promulgação da Constituição Federal de 1988, em que foi assegurado o direito à educação básica pública para todos. Outro ganho considerável para a educação brasileira foi a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996), que instituiu as diretrizes que norteiam o sistema educacional brasileiro.

Os investimentos em educação aumentaram consideravelmente nos últimos anos. Em parte, pode-se atribuir esse crescimento a Emenda Constitucional de nº 53/2006, que substituiu o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental (Fundef) pelo Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb). Esta emenda ampliou os recursos repassados da União para os estados e municípios para aplicação na educação básica (BENÍCIO; RODOPOULOS; BARDELLA, 2015).

Esse interesse por parte do Estado é ratificado no trabalho de Mendes (2015), em que, aponta um crescimento considerável nos gastos do governo com educação. Mostrando que em 2004 o governo aplicava no setor 4% da receita líquida do Tesouro, no ano de 2014 essa cifra subiu para 9,3%. Um crescimento considerável de 130%. Para este mesmo período, a despesa da União com educação quase quadruplicou em termos reais, partindo de R\$ 24,5 bilhões chegando à R\$ 94,2 bilhões em 2014.

Com aumento dos recursos disponíveis para a educação, o governo federal passou a fazer avaliações do ensino brasileiro, seja da educação básica (com o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica-Ideb; e a Prova Brasil) à educação superior (com o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes-ENADE, que compõem um dos elementos constituintes do SINAES - Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior). Essas avaliações mostram ser de grande valia para uma análise que vise identificar os retornos apresentados pelos programas, para averiguar se estão conseguindo alcançar repostas satisfatórias. Diante das limitações orçamentárias (e da crescente demanda por serviços públicos), o governo necessita e busca tornar os gastos públicos eficientes.

Os resultados do Ideb para o ano de 2013 (5º e 9º ano do ensino fundamental da rede pública) apontam que 34% dos municípios apresentam notas menores que 4. E 20% apresentaram notas superiores que 5,3, sendo que destes 65% estão localizados no Sudeste, 23% no Sul, 9% no Centro Oeste, 3% no Nordeste e 0,3% no Norte (BENÍCIO; RODOPOULOS; BARDELLA, 2015).

Como pode ser observado anteriormente, mesmo com os esforços do governo, os indicadores de desempenho não se mostram satisfatórios. Os municípios que apresentam os melhores resultados do Ideb estão no eixo Sul-Sudeste, totalizando 88% das notas acima de 5,3, ficando as outras regiões com apenas 12%.

Diante do volume de recursos disponíveis para a educação e a necessidade de mais racionalidade na aplicação dos recursos públicos, cria-se a necessidade de realizar estudos que possibilitem mensurar (e avaliar) o nível de eficiência dos gastos realizados no setor. Na literatura corrente, um dos métodos mais utilizados e que tem merecido destaque para estudar eficiência em gastos públicos, é a Análise Envoltória De Dados (*Data Envelopment Analysis*-

DEA), os resultados obtidos permitem orientar as *Decision Making Unit*¹ (Tomadores de Decisão nas Unidades-DMUs) para que possam identificar os *slacks* (folgas) e assim otimizar os seus resultados.

Diante do exposto, este trabalho busca avaliar o nível de eficiência técnica das escolas públicas urbanas dos Estados do Nordeste. Para alcançar os resultados foi utilizada a metodologia DEA em dois estágios, em que no primeiro estágio utilizou o modelo DEA e no segundo estágio estima-se uma regressão censurada, Tobit.

Para estimar os modelos foi realizado uma compatibilização dos bancos de dados do censo escolar ano 2013, da Prova Brasil de 2013 e o censo demográfico 2010. A compatibilização da base de dados e os resultados apresentados por este trabalho poderá orientar aos tomadores de decisões (gestores escolares, políticos e técnicos) nas decisões para melhorar os resultados da educação.

O presente trabalho está estruturado em cinco seções, além desta introdução. A segunda seção tratará da literatura corrente que envolve o objeto de estudo, logo após será apresentada a metodologia utilizada e a fonte de tratamento dos dados. A quarta seção conterà os resultados do trabalho. E a última apresentará a discussão dos resultados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os primeiros estudos realizados para mensurar a eficiência em educação estão relacionados com o próprio surgimento do método de análise envoltória de dados (*Data Envelopment Analysis*- DEA). Charnes; Cooper; Rhodes (1978) desenvolveram este método com intuito de avaliar os programas públicos dos Estados Unidos na década de 70, utilizando como objeto de estudo o programa educacional "*Follow Through*".

A partir desse estudo, vários especialistas despuseram-se a desenvolver trabalhos neste sentido. Afonso e Aubyn (2005) mensuraram a eficiência dos gastos com educação dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Gimenez, Prior e Thime (2007) analisaram o sistema educacional em 37 países, chegando à conclusão de que o desempenho acadêmico poderia ter um aumento médio de 10%. Aristovnik (2012) mensurou a eficiência dos setores da educação nos países da União Europeia e dos países da OCDE.

Na literatura nacional encontram-se vários trabalhos que avaliaram a eficiência nos gastos em educação através da metodologia DEA. Dentre eles: Faria e Januzzi (2002), em que mensuraram a eficiência dos gastos municipais em saúde e educação do Estado do Rio de Janeiro; Pena; Albuquerque e Marcio (2012) avaliaram a eficiência dos gastos públicos em educação nos municípios do estado de Goiás, no período de 2005-2009; Almeida e Gasparini (2011) avaliam a eficiência nos gastos públicos municipais no Estado da Paraíba.

Com outro enfoque, Delgado e Machado (2002), Carvalho e Sampaio de Souza (2014) se dispuseram a avaliar a eficiência das unidades escolares, tentando assim mensurar a eficiência da gestão escolar. Estes trabalhos utilizaram a metodologia DEA, em mais de um estágio, ou seja, utilizaram também métodos paramétricos na tentativa de captar o efeito das variáveis ambientais.

Ao método DEA são apontadas duas críticas mais recorrentes: a primeira diz respeito ao fato de que o DEA não consegue captar os efeitos de variáveis ambientais; o segundo (e considerado mais sério) é o problema da sensibilidade do DEA com a presença de *outliers*. Para a primeira situação, Fried et al. (2002) propõem a utilização do DEA em mais de um estágio. Em que, no primeiro estágio estima o DEA com variáveis controláveis gerando os *scores* de

¹ Na literatura DEA é uma unidade produtora que toma decisões é considerada uma DMU.

eficiência. No segundo estágio utiliza-se um modelo paramétrico, regredindo os *scores* obtidos no primeiro estágio como variável dependente contra as variáveis ambientais (independentes). Ainda no segundo estágio, tenta-se captar a influência das variáveis exógenas no modelo.

A aplicação DEA com mais de um estágio está sendo consideravelmente utilizada, como pode ser observado nos trabalhos de McCarty e Yaisawarng (1993), em que utiliza o método DEA no primeiro estágio para encontrar os *scores* de eficiência e no segundo estágio aplica o modelo de regressão censurado Tobit para avaliar a eficiência das escolas de New Jersey, Estados Unidos. Nesse mesmo sentido Ribeiro (2008) analisa a eficiência dos gastos públicos do Brasil e alguns países da América Latina concluindo que entre os países estudados, Bolívia, Brasil e Honduras apresentam-se como os mais ineficientes.

Para solucionar o problema de *outliers* Sampaio de Sousa e Stosic (2005) apresentaram um novo método denominado *Jackstrap*, que utiliza técnicas *Jackknife* e *Bootstrap*. Sampaio de Sousa e Stosic (2015, p. 424), lembram ainda que a essência do método é “reduzir estocasticamente o impacto de poucas observações muito influentes sobre os *scores* de eficiência finais”.

3. METODOLOGIA

No primeiro estágio será aplicado DEA-BCC orientado ao produto. No segundo estágio com os *scores* (variável dependente) obtidos no primeiro estágio, estima-se um modelo paramétrico, através de uma regressão censurada Tobit com o intuito de captar a influência de variáveis ambientais (variável independente) no modelo.

3.1 Análise Envoltória de Dados, BCC – 1º Estágio

O primeiro modelo DEA proposto por Charnes; Cooper e Rhodes (1978) apenas admitia retornos constantes de escala. Para contornar essa situação, Banker et al. (1984), adicionou uma restrição à convexidade ao modelo original para que este admitisse retornos variáveis de escala, DEA-BCC.

Os *scores* gerados por este modelo variam entre 0 e 1, em que quanto mais próximo de 1 mais eficiente a DMU será, e quando for igual a 1 estará sobre a fronteira de produção indicando ser eficiente. Por outro lado, quanto mais próximo de zero estiver o escore, menos eficiente a DMU será, por consequência, estará mais distante da fronteira de produção.

Os modelos CCR e BCC podem ser observados na Figura 1, em que se têm duas fronteiras de produção estimadas. Considerando o modelo CCR observa-se que apenas a DMU B é eficiente, pois apenas esta apresenta retornos constantes, ficando sobre fronteira de produção. As DMUs, A, C, D, E, F, que estão posicionadas abaixo da fronteira de produção, são consideradas ineficientes, pois não conseguiram obter retornos constantes.

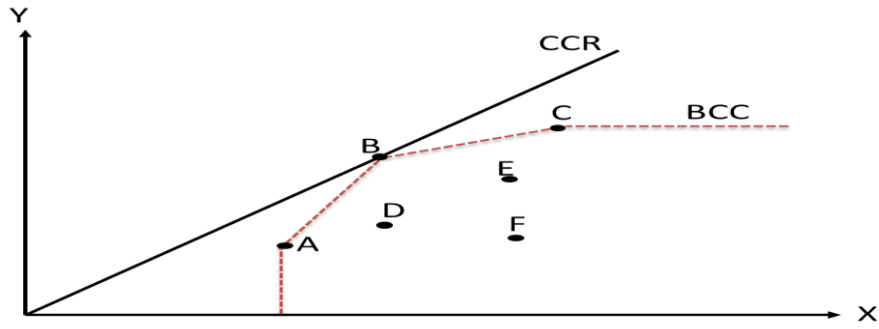


Figura 1. Fronteira de Produção DEA com retornos constante e variáveis
Fonte: Adaptado de Lins e Meza (2006).

Considerando o modelo BCC, fronteira representada pela linha pontilhada, observa-se que as DMUs A, B e C são eficientes. Enquanto as DMUs D, E, F, são ineficientes. Pode-se observar ainda que a DMU menos ineficiente é a F, pois é a que está mais distante da fronteira de produção.

Segundo Carvalho e Sampaio de Souza (2014), o Conjunto de Possibilidade de Produção (CPP) é construído com a relação entre as variáveis relativas aos insumos e produtos utilizados pelas DMUs durante o processo produtivo. Este conjunto T atende todas as correspondências entre os insumos $X \in \mathcal{R}_+^n$ com condições de produzir os produtos $Y \in \mathcal{R}_+^m$, podendo ser representado da seguinte maneira:

$$T = \{(x, y) \in \mathcal{R}_+^{n+m} | x \text{ pode produzir } y\} \quad (1)$$

Para cada DMU i :

$$\begin{aligned} & \max_{\theta, \lambda} \theta \\ & \text{s. a. } X\lambda \leq x_i \\ & \theta y_i - Y\lambda \leq 0 \\ & e\lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Onde, Y e X são vetores dos produtos e dos insumos, com dimensões $M \times I$ e $N \times I$, respectivamente. θ é um escalar, λ é vetor que indica a intensidade que os insumos e produtos devem ser utilizados para que as DMUs tornem-se eficientes.

3.2 Análise Envoltória de Dados e Tobit – 2º Estágio

Para identificar se os fatores ambientais influenciam na ineficiência das escolas, será utilizado um modelo de regressão censurada Tobit. Segundo Greene (2012), esse modelo é apresentado da seguinte forma:

$$\begin{aligned} y_i^* &= x_i' \beta + \varepsilon_i \\ y_i &= 0 & \text{se } y_i^* \leq 0 \\ y_i &= y_i^* & \text{se } y_i^* > 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Em que, y_i^* são *scores* de ineficiência, β é um parâmetro desconhecido, x são vetores que hipoteticamente estão relacionados com a ineficiência e o ε é o termo de erro, $\varepsilon \sim Normal(0, \sigma^2)$.

O limite superior dos *scores* de eficiência é igual a 1, no entanto, Greene (1993) sugere que a truncagem seja em torno de zero,

$$y^* = \left(1/\phi\right) - 1. \quad (4)$$

Utilizando essa transformação, os *scores* inferiores a 1 serão valores positivos. Sendo assim, a equação (4) apresentará as variáveis que reduzem a ineficiência (SANTOS et al., 2009).

Segundo Greene (2012), o valor esperado de uma amostra censurada pode ser obtido da seguinte maneira:

$$E[y_i|x_i] = \Phi\left(\frac{x_i'\beta}{\sigma}\right)(x_i'\beta + \sigma\lambda_i)$$

onde,

$$\lambda_i = \frac{\phi[(0 - x_i'\beta)/\sigma]}{1 - \Phi[(0 - x_i'\beta)/\sigma]} = \frac{\phi(x_i'\beta)}{\Phi(x_i'\beta)} \quad (5)$$

Para estimar o modelo Tobit é utilizado o método da máxima verossimilhança:

$$\ln L = \sum_{y_i > 0} -\frac{1}{2} \left[\log(2\pi) + \ln \sigma^2 + \frac{(y_i - x_i'\beta)^2}{\sigma^2} \right] + \sum_{y_i = 0} \ln \left[1 - \Phi\left(\frac{x_i'\beta}{\sigma}\right) \right] \quad (6)$$

3.3 Tratamento dos dados

Para estimar o modelo DEA no primeiro estágio foram utilizados os microdados do censo escolar 2013 e resultados da Prova Brasil 2013, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). O censo escolar neste ano obteve informações de 272.049 escolas públicas e privadas ativas no Brasil, destas a região Nordeste apresentou 109.444 escolas. Após retirar as escolas privadas do Nordeste ficaram 91.904 escolas. Desta amostra a prova Brasil foi aplicada em 19.357 escolas. Fazendo um novo recorte (admitindo apenas as escolas que possuísem simultaneamente a 5ª série e 9ª série) chegou-se a 4.726 escolas. Devido a falta de algumas informações a amostra totalizou em 2.328. Para identificar os *outliers* utilizou-se o método *jackstrap*, em que foi detectado 44 observações com discrepância de valores. Depois de retiradas essas observações a amostra ficou composta em 2.284 escolas públicas no Nordeste.

Os *outputs* utilizados no modelo DEA foram as médias das notas de português e matemática para os anos iniciais e finais do ensino fundamental das escolas públicas, retiradas da Prova Brasil 2013. Na Tabela 1 pode-se observar a estatística descritiva das notas da Prova Brasil. A nota de português varia entre 0 e 350, a nota de matemática varia entre 0 e 425 para os anos iniciais e finais. A nota média para anos iniciais de matemática foi de 184,98, a de português 172,26, para os anos finais, a nota média para português foi de 226,84 e matemática 230,10. É possível observar que as notas em valores absolutos de matemática para as duas

etapas (anos iniciais e finais) foram superiores a notas de português, esse resultado pode ser explicado pelo fato de o intervalo da primeira nota ser maior que o da segunda.

Quando comparado as notas em valores relativos, observa-se que nos anos iniciais os alunos obtiveram um desempenho na prova de português 49,2% e na de matemática 43,5%. Para os anos finais o desempenho na prova de português foi de 64,8% e na de matemática 54,1%. Como pode se observar (para as duas séries) os alunos conseguiram desempenhos superiores na prova de português.

Tabela 1 Estatística descritiva *output*, resultado da Prova Brasil por série, ano 2013

	Média	Desvio Padrão	Min.	Max.
Anos Iniciais 5ª série				
Português	172,26	20,34	113,40	283,45
Matemática	184,98	23,21	118,37	305,76
Anos Finais 9ª série				
Português	226,84	18,51	167,71	302,36
Matemática	230,10	18,27	179,31	306,01

Fonte: Prova Brasil, INEP (2013)

Foram analisadas 2.284 escolas públicas dos estados do Nordeste, sendo que o estado do Ceará apresentou o maior número de observações, 22,46% do total. Em seguida vem Maranhão, Pernambuco e Bahia, respectivamente apresentados as seguintes participações 15,24%, 14,71% e 12,57%. Referente à prova Brasil, apenas o estado do Ceará apresentou todas as notas para os anos iniciais e finais superiores à média do Nordeste. Estes resultados podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 Distribuição das escolas públicas e média da prova Brasil 2013 por estado

UF	Média					
	Anos Iniciais				Anos Finais	
	Freq.	Part.	Português	Matemática	Português	Matemática
Alagoas	138	6,04%	161,82	174,07	214,79	221,87
Bahia	287	12,57%	165,93	180,10	226,23	229,62
Ceara	513	22,46%	189,12	200,35	237,43	239,46
Maranhão	348	15,24%	162,09	171,44	221,10	220,59
Paraíba	215	9,41%	173,21	187,11	224,43	228,61
Pernambuco	336	14,71%	172,41	186,93	223,09	228,68
Piauí	149	6,52%	167,80	181,83	230,52	234,07
Rio Grande do Norte	177	7,75%	169,54	182,53	226,88	230,94
Sergipe	121	5,30%	164,42	181,20	224,62	229,21
Nordeste	2284	100%	172,27	184,99	226,88	230,12

Fonte: Prova Brasil, INEP (2013)

Para construção dos *inputs*, foram utilizados os Microdados do censo escolar 2013 e da Prova Brasil 2013. Para gerar a variável *infraestrutura*, foi realizado o somatório das seguintes informações das escolas: se possuía sala de gestão; sala de professores; quadra de esportes; laboratório; biblioteca; sala de leitura; banheiro dentro da escola; parque infantil; auditório e área verde. Estas informações estão estruturadas como *dummys*, em que 1 possui e 0 não possui. Para construção desta variável foi incluída a quantidade de salas ativas. A construção da variável *tecnologia* seguiu a mesma lógica da anterior, considerando as informações: quantidade de TV; DVD; antena parabólica; copiadora; projetores multimídia

(Datashow); impressora; computador; e se tem acesso à internet (*dummy*). As variáveis *formação_docente_inicial* e *formação_docente_final* foram extraídas da base de Microdados da Prova Brasil 2013, este indicador avalia a qualificação do docente conforme a composição do seu currículo. A estatística descritiva dos *inputs* pode ser observada na Tabela 3.

Tabela 3 Estatística descritiva *input*, censo escolar 2013

Variáveis	Média	Desvio Padrão	Min.	Max.
<i>infraestrutura</i>	19,65	6,94	4,00	52,00
<i>tecnologia</i>	10,89	5,18	1,00	37,00
<i>formação_docente_inicial</i>	48,64	28,07	0,70	100,00
<i>formação_docente_Final</i>	38,94	20,27	0,90	100,00

Fonte: Censo escolar e Prova Brasil, INEP 2013

Com o intuito de captar os determinantes da (in)eficiência das escolas públicas, foram utilizadas variáveis ambientais² extraídas do censo demográfico 2010 e dos Microdados do censo escolar 2013. Para captar a influência exógena da (in)eficiência das escolas foram utilizadas as variáveis: *resp_analfabeto*, esta variável representa a influência do grau de instrução do responsável no desempenho do aluno na escola; a variável *sanea_indadequado_dom_5* traduz as condições das residências dos alunos e a vulnerabilidades para contrair doenças; *rend_media*, representa a situação econômica familiar do aluno; *prop_analf_15*, tenta captar a influência dos alunos fora de casa; *Matricula_5ª* / *Matricula_9ª*, estas duas variáveis tentam captar a influência da quantidade de alunos matriculados para os anos iniciais e finais; *sanea_indadequado_geral*, esta variável tenta captar vulnerabilidade do aluno em contrair doenças e *localização (dummy)*. As descrições das variáveis podem ser observadas no Quadro 1.

Quadro 1 Descrição das variáveis ambientais utilizada no modelo Tobit

Variável	Descrição	Fonte
<i>resp_analfabeto</i>	Proporção de crianças de 0 a 5 de anos de idade residente em domicílios com responsável analfabetos.	Censo demográfico 2010
<i>sanea_indadequado_dom_5</i>	Proporção de crianças de 0 a 5 anos de idade que residem em domicílios com saneamento inadequado.	Censo demográfico 2010
<i>rend_media</i>	Renda média domiciliar.	Censo demográfico 2010
<i>prop_analf_15</i>	Proporção de analfabeto com mais de 15 anos.	Censo demográfico 2010
<i>sanea_indadequado_geral</i>	Proporção de domicílios com saneamento inadequado.	Censo demográfico 2010
<i>Matricula_5ª</i>	Quantidade de alunos matriculados na 5ª.	Prova Brasil 2013
<i>Matricula_9ª</i>	Quantidade de alunos matriculados na 9ª.	Prova Brasil 2013
<i>localização (dummy)</i>	Localização da escola: 0 - Rural 1 – Urbano.	Prova Brasil 2013

4. RESULTADOS

² São variáveis que influenciam o ambiente escolar.

Nesta seção serão apresentados os resultados da pesquisa, em que inicialmente será analisado o resultado do primeiro estágio (DEA-BCC) e logo após, o resultado do segundo estágio, Tobit.

4.1 Resultado do 1º estágio – DEA-BCC

Para calcular os *scores* de eficiência das escolas públicas dos Estados do Nordeste, foi utilizado o modelo DEA BCC com orientação ao *output*. Foram estimados dois modelos, em que no primeiro modelo utilizou, como *output*, o resultado da Prova Brasil para os anos iniciais e no segundo o *output* considerado foram os anos finais, mantendo os *inputs*. Como proposto por Santos et al. (2009), foram considerados eficientes as escolas que obtiverem um score de eficiência acima 0,90 e que estiverem abaixo forma considerados ineficientes.

A Tabela 4 apresenta a distribuição da eficiência técnica das escolas públicas dos estados do Nordeste, para os anos iniciais. Em média, no Nordeste apenas 11,4% das escolas públicas para os anos iniciais foram consideradas eficientes tecnicamente. As escolas do Rio Grande do Norte foram as que apresentaram os melhores resultados, em que 32,2% foram consideradas eficientes tecnicamente. O estado de Sergipe obteve o segundo melhor resultado, em que 23,1% das escolas foram eficientes e logo em seguida o estado da Paraíba com 12,6%. Apenas estes três estados obtiveram níveis eficiência acima da média do Nordeste.

O estado que apresentou o pior resultado foi o Piauí, em que 96,6% das escolas públicas para os anos iniciais foram consideradas ineficientes tecnicamente. Logo após o Maranhão com 94,8% e em seguida o estado de Alagoas com 92%. Ainda pode se destacar a distribuição dos *scores* de eficiência, em que os estados de Piauí, Maranhão e Alagoas apresentaram níveis de eficiência abaixo de 0.8, respectivamente de 95,%, 89,3% e 85,5%.

Tabela 4 Distribuição da eficiência técnica com orientação ao *output* das escolas públicas dos estados do Nordeste, para os anos iniciais

UF	0 -----0,4		0,4 -----0,6		0,6 -----0,8		0,8 -----0,9		0,9 -----1		Total
	Freq.	Part.	Freq.	Part.	Freq.	Part.	Freq.	Part.	Freq.	Part.	
AL	24	17,4%	48	34,8%	46	33,3%	9	6,5%	11	8,0%	138
BA	39	13,6%	114	39,7%	83	28,9%	21	7,3%	30	10,5%	287
CE	81	15,8%	161	31,4%	159	31,0%	60	11,7%	52	10,1%	513
MA	103	29,6%	147	42,2%	61	17,5%	19	5,5%	18	5,2%	348
PB	12	5,6%	80	37,2%	76	35,3%	20	9,3%	27	12,6%	215
PE	40	11,9%	137	40,8%	102	30,4%	24	7,1%	33	9,8%	336
PI	38	25,5%	58	38,9%	47	31,5%	1	0,7%	5	3,4%	149
RN	5	2,8%	24	13,6%	58	32,8%	33	18,6%	57	32,2%	177
SE	7	5,8%	21	17,4%	45	37,2%	20	16,5%	28	23,1%	121
NE	349	15,3%	790	34,6%	677	29,6%	207	9,1%	261	11,4%	2284

Fonte: Elaboração do próprio autor, com base nos dados do Censo escolar e Prova Brasil, INEP 2013

Como pode ser observado na Tabela 5, somente 3,2% das escolas públicas para os anos finais do Nordeste foram eficientes. O estado do Rio Grande do Norte foi o que apresentou mais escolas para os anos finais eficientes, 9,0%. Em segundo Paraíba (5,1%) e logo após Pernambuco (3,9%). Os estados que apresentaram os menores níveis de eficiência técnica para os anos finais foram Sergipe (0,8%), Piauí (1,3%) e Ceará (1,6%).

Quando analisada a distribuição dos níveis de eficiência técnica das escolas públicas para os anos finais com menos de 0.8, observa se que todos os estados obtiveram resultados consideravelmente insatisfatórios. Na região Nordeste em média, 92% das escolas possui o

nível de eficiências abaixo de 0.8. Para esta faixa os estados apresentaram os seguintes resultados: Alagoas (90,6%); Bahia (92,3%); Ceara (95,9%); Maranhão (94,8%); Paraíba (83,7%); Pernambuco (89,6%); Piauí 92,6%; Rio Grande do Norte (84,7%); Sergipe (91,7%).

Tabela 5 Distribuição da eficiência técnica com orientação ao *output* das escolas públicas dos estados do Nordeste, para os anos finais

UF	0 -----0,4		0,4 -----0,6		0,6 -----0,8		0,8 -----0,9		0,9-----1		Total
	Freq.	Part.	Freq.	Part.	Freq.	Part.	Freq.	Part.	Freq.	Part.	
AL	15	10,9%	51	37,0%	59	42,8%	8	5,8%	5	3,6%	138
BA	64	22,3%	142	49,5%	59	20,6%	13	4,5%	9	3,1%	287
CE	136	26,5%	257	50,1%	99	19,3%	13	2,5%	8	1,6%	513
MA	116	33,3%	167	48,0%	47	13,5%	11	3,2%	7	2,0%	348
PB	10	4,7%	88	40,9%	82	38,1%	24	11,2%	11	5,1%	215
PE	26	7,7%	137	40,8%	138	41,1%	22	6,5%	13	3,9%	336
PI	39	26,2%	54	36,2%	45	30,2%	9	6,0%	2	1,3%	149
RN	25	14,1%	77	43,5%	48	27,1%	11	6,2%	16	9,0%	177
SE	9	7,4%	48	39,7%	54	44,6%	9	7,4%	1	0,8%	121
NE	440	19,3%	1021	44,7%	631	27,6%	120	5,3%	72	3,2%	2284

Fonte: Elaboração do próprio autor, com base nos dados do Censo escolar e Prova Brasil, INEP 2013

A distribuição dos *scores* de eficiência técnica das escolas públicas dos estados do Nordeste para os anos iniciais e finais podem ser observados na Figura 2. A Figura 2a apresenta a distribuição da eficiência das escolas para os anos iniciais. Pode-se observar que o nível de eficiência das escolas está concentrado entre 0,4 e 0,8 representando 64,20%. Já para os anos finais (Figura 2b), está concentrada até 0,6, representando 64% das escolas.

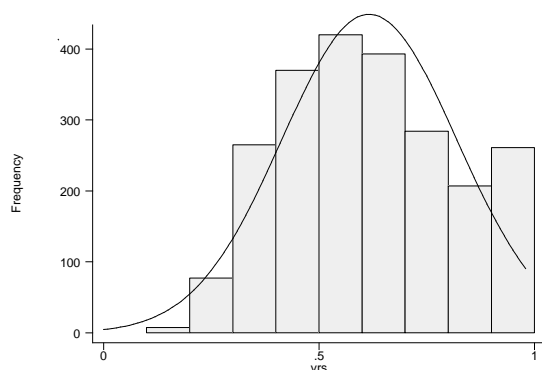


Figura 2a

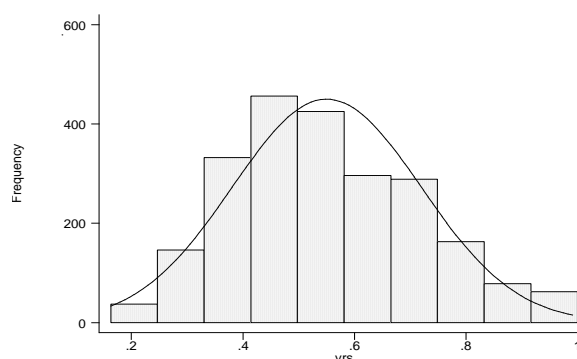


Figura 2b

Figura 2 Distribuição dos *scores* de eficiência das escolas públicas dos estados do Nordeste, anos iniciais e finais

Fonte: Elaboração do próprio autor, com base nos dados do Censo escolar e Prova Brasil, INEP 2013

Analisando ainda a distribuição dos *scores* de eficiência, observa-se que 884 (38,7%) das escolas nos anos iniciais estão entre 0,6 e 0,9, nos anos finais é 751 (21,9%). Ou seja, as escolas nos anos iniciais conseguem apresentar melhores níveis de eficiência quando comparadas com os anos finais. Uma justificativa para este resultado pode ser observada na Tabela 2, em que apresenta a média das escolas para os anos iniciais possuem docentes com um grau de qualificação maior (48,64) que os anos finais (38,94).

4.2 Resultado do 2º estágio – Tobit

Para captar os determinantes da eficiência das escolas públicas dos estados do Nordeste, foi utilizado o modelo de regressão censurado Tobit. A variável dependente é resultado do estágio anterior, ou seja, os *scores* de eficiência das escolas para os anos iniciais e finais. A estatística descritiva das variáveis explicativas utilizadas pode ser visualizada na Tabela 6.

A estatística descritiva das variáveis explicativas informa que: a variável *resp_analfabeto* indica que em média 37,71% das crianças de 0 a 5 anos têm como seus responsáveis pessoas analfabetas; *sanea_indadequado_dom_5* aponta que em média 20,17% das crianças residem em domicílios com saneamento básico inadequado; *rend_media* mostra que a renda média domiciliar é de R\$ 685,43; *prop_analf_15* informa que em média 22,05% das pessoas residentes com mais de 15 anos no município são analfabetos; *sanea_indadequado_geral* indica que em média 18,48% dos domicílios do município possuem saneamento inadequado; *Matricula_5ª* apresentou uma média de 55,9 alunos matriculados para os anos iniciais por escola; e *Matricula_9ª* teve uma média de 55,47 alunos matriculados para os anos finais por escola.

Tabela 6 Estatística descritiva variáveis ambientais, utilizada no segundo estágio

Variáveis	Escola	Média	Desvio Padrão	Min.	Max.
<i>resp_analfabeto</i>	2284	31,723	12,999	6,25	63,81
<i>sanea_indadequado_dom_5</i>	2284	20,175	17,307	0,13	88,26
<i>rend_media</i>	2284	685,438	299,884	337	1601
<i>prop_analf_15</i>	2284	22,005	9,387	4	43,8
<i>sanea_indadequado_geral</i>	2284	18,484	16,267	0,1	85,22
<i>Matricula_5ª</i>	2284	55,929	32,708	20	347
<i>Matricula_9ª</i>	2284	55,477	38,268	20	355
<i>localização (dummy)</i>	2284	0,743	0,436	0	1

Fonte: Censo demográfico (IBGE 2010); Censo escolar (INEP 2013).

No modelo Tobit para os anos iniciais, todos os coeficientes das variáveis explicativas mostraram-se significantes ao nível 1%, apresentando o sinal esperado, com exceção de *prop_analf_15* e *sanea_indadequado_geral* que apresentaram sinais contrários. No resultado do modelo para os anos finais, os coeficientes de duas variáveis apresentaram-se não significativos, *resp_analfabeto* e *prop_analf_15*, conforme a Tabela 7.

Para os anos iniciais, as variáveis *resp_analfabeto* e *sanea_indadequado_dom_5* podem ser consideradas variáveis que aumentam a ineficiência das escolas. Estas duas variáveis afetam diretamente o cotidiano das crianças nos anos iniciais, a primeira pelo fato de que as crianças não possuem uma orientação adequada nas atividades escolares em suas residências, como também, podem não receber, nenhum tipo de acompanhamento na realização destas. E a segunda por estarem mais vulneráveis a doenças, afetando assim o seu desempenho escolar.

Ainda analisando os anos iniciais, podem-se inferir as seguintes induções sobre as variáveis: *rend_media* apresentou o sinal esperado indicando que a renda domiciliar diminui a ineficiência; *matricula_5ª* apresentou o sinal esperado informando que quanto mais alunos matriculados nos anos iniciais há uma melhora na eficiência; e *localização* apresentou sinal

esperado, informando que as escolas, por estarem situadas no meio urbano, influenciam positivamente na eficiência.

Tabela 7 Resultado Tobit para anos iniciais e finais

	Anos Iniciais			Anos Finais		
	Coef.	Std. Err.	P-valor	Coef.	Std. Err.	P-valor
<i>resp_analfabeto</i>	0,00451*	0,00141	0,006	-0,0002 ^{ns}	0,0010	0,828
<i>sanea_indadequado_dom_5</i>	0,00931*	0,00223	0,000	0,0066*	0,0014	0,000
<i>rend_media</i>	-0,00008*	0,00003	0,000	-0,0003*	0,0000	0,000
<i>prop_analf_15</i>	-0,00583*	0,00197	0,003	-0,0012 ^{ns}	0,0015	0,469
<i>sanea_indadequado_geral</i>	-0,00855*	0,00235	0,001	-0,0060*	0,0013	0,001
<i>matricula_5ª/9ª</i>	-0,00057*	0,00011	0,001	-0,0011*	0,0001	0,000
<i>localização (dummy)</i>	-0,05278*	0,00963	0,000	-0,0475*	0,0061	0,000
<i>Constante</i>	0,45946*	0,03645	0,000	0,7324*	0,0273	0,000
Razão de Verossimilhança (LR)	225,22			929,68		
Prob	0,00			0,00		

Fonte: Elaboração do próprio autor

Nota: * significância a 1%; ^{ns} não significante.

Para os anos finais, a variável *resp_analfabeto* não foi significativa ao nível de 10%. Uma justificativa para esta situação, é que estes alunos não necessitam (ou se condicionam a ajuda do responsável) de uma atenção adicional para acompanhar as atividades escolares. Caso contrário ao observado com os alunos dos anos iniciais. A variável *rend_media* apresentou o sinal esperado, indicando que quanto maior é a renda domiciliar, menor será a ineficiência do sistema educacional.

5. CONCLUSÕES

Para realizar este trabalho foi gerado um banco de dados com base censo demográfico 2010, censo escolar 2013 e a Prova Brasil 2013. Após realizar o tratamento dos dados chegou-se a 2328 escolas públicas no Nordeste. Para resolver o problema de *outliers* foi utilizado o método *jackstrap*. Após retirar os *outliers* a amostra ficou formada por 2284 escolas. A compatibilização dos dados apresenta-se como uma contribuição deste artigo.

Foi utilizado o método DEA-BBC para analisar a eficiência técnica das escolas públicas dos estados do Nordeste para os anos iniciais e finais. As escolas apresentaram-se mais eficientes nos anos iniciais, em que 261 (11,54%) escolas foram eficientes, contra 72 (3,2%) escolas para os anos finais. Os estados que obtiveram mais escolas eficientes tecnicamente para os anos iniciais foram: Rio Grande do Norte (32,2%); Sergipe (23,1%) e a Paraíba (12,6%). Para os anos finais, o estado do Rio Grande do Norte foi o que apresentou mais escolas eficientes, 9,0%, em segundo Paraíba (5,1%) e se seguido por Pernambuco (3,9%). Contudo, do ponto de vista do desempenho pessoal, observa-se que os alunos dos anos iniciais conseguiram um melhor desempenho quando comparados aos alunos dos anos finais da educação básica.

Para captar o efeito exógeno da (in)eficiência das escolas, os resultados da estimação do modelo Tobit para os anos iniciais apresentaram resultados satisfatórios, com destaque para

as variáveis *resp_analfabeto* e *sanea_indadequado_dom_5* onde indicam que a proporção de responsáveis de crianças de 0 a 5 anos analfabetos e de domicílios em que residem crianças de 0 a 5 anos, com saneamento inadequado, influenciam consideravelmente no desempenho escolar dos alunos dos anos iniciais.

A variável *localização* mostrou que as escolas situadas na zona urbana conseguem reduzir a ineficiência quando comparadas com as escolas localizadas no meio rural. Uma das causas possíveis é a dificuldade de conseguir pessoas mais qualificadas dispostas a se deslocarem para o meio rural devido às limitações (ausência de serviços públicos, lazer) existentes.

Conclui-se, que a formação educacional do aluno não é apenas um produto restrito às paredes das escolas. Como pode ser observado, as condições às quais os alunos estão expostos (nível educacional dos familiares e condições de moradia) influenciam diretamente na formação educacional dos mesmos. Este trabalho soma-se (e corrobora) a outros trabalhos que evidenciaram que o processo de formação educacional não pode ser tratado de forma pontual, isolada, mas sim de maneira conjunta, considerando outras demandas sociais que trazem impactos significativos ao cotidiano dos sujeitos em sua formação.

REFERÊNCIAS

AFONSO, A.; ST. AUBYN, M. Non-parametric approaches to education and health efficiency in OECD countries. **Journal of Applied Economics**, v. 8, n. 2, p. 227-246, nov. 2005.

ALMEIDA, A. T. C. & GASPARINI, C. E. Gastos Públicos Municipais e Educação Fundamental na Paraíba: Uma Avaliação usando DEA. **Documentos Técnicos**, 42(3), BNB, 2011.

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 (5), p. 832-848, 2012.

BANKER, R.D., CHARNES, A., COOPER, W.W. Some models for estimating technical scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, 1984, p.1078-1092.

BENÍCIO, A. P. RODOPOULOS, F. M. A.; BARDELLA, F. P. "Um retrato do gasto público no Brasil: por que se buscar a eficiência". In: BOUERI, R.; ROCHA, F.; RODOPOULOS, Fabiana. (org). **Avaliação da qualidade do gasto público e mensuração da eficiência**. Brasília: Tesouro Nacional, 2015.

CARVALHO, L. D. B.; SAMPAIO de SOUSA, M. C. Eficiência das escolas públicas urbanas das regiões nordeste e sudeste do Brasil: uma abordagem em três estágios. **Estud. Econ.** [online]. 2014, vol.44, n.4, pp. 649-684. ISSN 0101-4161.

CHARNES, A., COOPER, W.W.; RHODES, E. 'Measuring the efficiency of decision-making units.', **European Journal of Operational Research** 3(4), 339–338, 1979.

DELGADO, V. M. S.; MACHADO, A. F. 'Eficiência das escolas públicas estaduais de minas gerais', **Pesquisa e Planejamento Econômico** 37(3), 2007.

FARIA, A. F.; JANUZZI, P. M. 'Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no estado do rio de janeiro', Rio de Janeiro: Ipea, (Prêmio Ipea-Caixa 2006; **Concurso de Monografias**. Tema 1: Eficiência e Efetividade do Estado no Brasil).

FRIED; H. O. et al. Accounting for Environmental Effects and Statistical Noise in Data Envelopment Analysis. **Journal of Productivity Analysis**, p.157-174, 2002.

GIMENEZ, V.; PRIOR, D.; THIEME, C. Technical efficiency, managerial efficiency and objective setting in the educational system: an international comparison. **Journal of the Operational Research Society**, v. 58, p. 996-1007, 2007.

GREENE, W.H. **Econometric analysis**. 7. ed. Boston: Prentice Hall, 2012. 198p.

GREENE, W.H. **The econometric approach to efficiency analysis**, in H.Fried, C.A.K. Lovel, and S.S. Schmidt (eds.), The measurement of productive efficiency and application, New York , Oxford University Press, 1993.

INEP - INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS
ANÍSIO TEIXEIRA. Censo Escolar 2013 – **Microdados**. Disponível em:<<http://portal.inep.gov.br/basica-levantamentos-acessar>>. Acesso em: 10/11/2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Banco de dados agregados**: Sistema IBGE de recuperação automática: SIDRA. Rio de Janeiro, [2015]. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 Dezembro 2015.

MCCARTY, T. A.; YAISAWARNG, S. Technical efficiency in New Jersey School Districts. In: FRIED, H. O.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, S. S. (Eds.). **The measurement of productive efficiency: techniques and applications**. Oxford: Oxford University, p. 271-287, 1993.

MENDES, M. J. A Despesa Federal em Educação: 2004-2014. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, abril/2015 (**Boletim Legislativo nº 26, de 2015**). Disponível em: www.senado.leg.br/estudos. Acesso em 03 de novembro de 2015.

PORTELA, M. & THANASSOULIS, E. (2001), 'Decomposing school and school-type efficiency', **European Journal of Operational Research** 132(2), 357–373.

RIBEIRO, M. B. Desempenho e Eficiência do Gasto Público: uma análise comparativa do Brasil em relação a um conjunto de países da América Latina. **Texto para discussão nº 1368**. Rio de Janeiro: IPEA, p.7-34, dez., 2008.

ROSANO-PENA, C.; ALBUQUERQUE, P. H. M.; MARCIO, C. J. **A eficiência dos gastos públicos em educação: evidências georreferenciadas nos municípios goianos**. Econ. Apl. [online]. 2012, vol.16, n.3, pp. 421-443. ISSN 1413-8050.

SAMPAIO DE SOUSA, M. C.; STOSIC, B. D. "Detecção de *outliers* em modelos não paramétricos: o método *Jackstrap* ampliado". In: BOUERI, Rogério; ROCHA, Fabiana; RODOPOULOS, Fabiana. (org). **Avaliação da qualidade do gasto público e mensuração da eficiência**. Brasília: Tesouro Nacional, 2015.

SAMPAIO DE SOUSA, M. C.; STOSIC, B. D. Technical efficiency of the Brazilian municipalities: correcting nonparametric frontier measurements for outliers. **Journal of Productivity Analysis**, v. 24, p. 155-179, 2005.

SANTOS, V. F. dos; VIEIRA, W. da C.; RUFINO, J. L. dos S.; LIMA, J. R. F. de.. Análise da eficiência técnica de talhões de café irrigados e não-irrigados em Minas Gerais: 2004-2006. **Revista Economia e Sociologia Rural**. v.47, n.3, 2009, p. 677-698.

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: 01 de novembro de 2015.