

Eficiência na Provisão Educacional no Rio Grande do Sul: uma análise municipal em três estágios

▸ Marco Túlio Aniceto Franca *

▸ Gustavo Saraiva Frio **

▸ Dyana Fett Caruso ***

Resumo

Este artigo buscar mensurar a eficiência na gestão municipal de educação para os municípios gaúchos utilizando dados da FINBRA (Finanças do Brasil), do Censo Escolar, do Atlas do Desenvolvimento Humano e da Prova Brasil. A estratégia utilizada foi um modelo de eficiência decomposto em três estágios a fim de controlar por características discricionárias (ao nível da escola) e que estão sob o controle do gestor, não discricionárias (características estudantis e dos seus familiares) e variáveis de gestão municipal (IDHM, presença de conselho e/ou fundo para educação e densidade demográfica). Os resultados mostram a presença de uma pequena quantidade de municípios considerados eficientes ou ineficientes, porém, a maioria foi considerada tendo níveis medianos de eficiência. O modelo em três estágios se mostra necessário porque algumas variáveis consideradas como não discricionárias afetaram a eficiência na gestão, além de aspectos relacionados a densidade demográfica e presença de um conselho gestor da política de educação afetaram positivamente os índices de eficiência municipal.

Palavras-chave: Gestão educacional. Eficiência. *Accountability*. *Data Envelopment Analysis*.

* Professor Adjunto do Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Doutor em Economia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: marco.franca@pucrs.br.

** Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Mestre em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). E-mail: gustavo.frio@gmail.com.

*** Graduada em Economia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). E-mail: dyana.caruso@outlook.com.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

1. Considerações Iniciais

Os efeitos dos investimentos em capital humano, segundo Lochner (2011) estão além do aspecto econômico, podendo contribuir na redução do crime, na melhoria da saúde e no aumento da participação democrática. Nesse cenário, é imprescindível garantir uma educação de qualidade e com capacidade de formar, com o menor desperdício de recursos possíveis, os profissionais que estejam preparados para atuar no mercado de trabalho e na sociedade.

No Brasil, a gestão dos recursos escolares é descentralizada como consequência da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de 1996, que ajudou a definir as responsabilidades de cada instância de governo. A LDB atribuiu aos Estados a provisão e gestão do ensino médio e o auxílio aos municípios na provisão do ensino fundamental. Aos municípios, a LDB reforçou a responsabilidade pela provisão do ensino fundamental, ao mesmo tempo em que proibiu sua atuação nos demais níveis de ensino, enquanto não houvesse o pleno atendimento de suas responsabilidades. Embora tenha definido mais especificamente as atribuições das esferas de governo na educação, a LDB não descarta a cooperação técnica e financeira entre os Estados, Municípios e União. A fonte da maior parte dos recursos para a educação é atrelada aos impostos, o que supõe garantir os recursos suficientes para o cumprimento das atribuições do governo. A Constituição Federal de 1988 definiu que, do total de impostos arrecadados, há uma destinação mínima de 18% dos valores da União e 25% dos valores dos estados e municípios para as demandas educacionais.

Em 1995, ocorreu a implementação do Fundef (Fundo de Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério), com o objetivo de promover a universalização, a manutenção e a melhoria qualitativa do ensino básico no Brasil. O Fundef teve preocupação especial com a remuneração dos profissionais do magistério, ao vincular que 60% dos recursos deveriam ser direcionados para a melhoria dos salários praticados. No que diz respeito à alocação dos valores, a principal modificação do Fundef foi a vinculação ao ensino fundamental, de 15% dos recursos totais arrecadados por meio de impostos específicos. Outro marco instituído pelo fundo foi a obrigatoriedade de repasse de recursos condicionados ao número de alunos matriculados na rede de ensino, permitindo uma distribuição que buscasse a igualdade entre todos os alunos da rede pública pertencentes à mesma dependência administrativa. A manutenção desse fundo

é de responsabilidade dos Estados e Municípios. Porém, devido aos desníveis entre o valor mínimo por aluno estabelecido pela União e pelos Estados, coube à União a complementação necessária de recursos para que o valor por aluno fosse devidamente atendido.

Esta estrutura de financiamento instituída pelo Fundef vigorou entre 1995 a 2006, e posteriormente, esse fundo foi substituído pelo Fundeb (Fundo de manutenção e desenvolvimento da educação básica e de valorização dos profissionais da educação) que representou diversos avanços em relação ao programa anterior, tanto no que diz respeito às estruturas de financiamento da educação quanto no estabelecimento de metas a serem cumpridas durante a vigência do programa. A duração do fundo é entre 2007 e 2020 e todos os recursos, independentemente da fonte de origem, seriam destinados à educação básica. Em suma, o programa representou a consolidação de uma estrutura de financiamento que garantiria aos Estados e Municípios, as verbas necessárias para o desenvolvimento da educação, desde que fossem atendidas as exigências estabelecidas pelo Fundo.

Dentro desse contexto, o volume de recursos direcionados para o ensino é um importante indicador educacional (HANUSHEK; WÖßMANN, 2007). As discussões em torno do aumento no volume de recursos para a educação têm norteado diversos debates como a destinação dos royalties² oriundos do pré-sal para a educação, uma vez que, se acredita que as verbas destinadas a educação brasileira não seriam o suficiente para a elevação da qualidade. Monteiro (2015), porém, mostra que, apesar de os municípios produtores de petróleo terem aumentado o gasto com educação em 14% acima dos seus vizinhos costeiros, não há indícios de que esses recursos afetam o aprendizado dos alunos.

O Brasil, apesar de elevar o percentual gasto com ensino no decorrer da última década, segundo a OECD (2015), sendo o terceiro país que mais investiu em educação em termos percentuais, mostra resultados em testes de proficiência nacionais (SAEB/Prova Brasil) e internacionais (PISA) bastante aquém em comparação aos demais países.

² A Lei Nº12.858 de setembro de 2013 dispõe sobre os royalties do petróleo. Segundo o parágrafo terceiro do artigo segundo, 25% dos recursos deverão ser destinados à saúde, contemplando a educação com 75% do total.

Dentro dessa perspectiva se faz importante analisar aspectos envolvendo a eficiência dos gastos a fim de melhorar instrumentos de *accountability* assim como maximizar o efeito do uso desses recursos. Dessa forma, torna-se necessário observar, em maiores detalhes, a estrutura de financiamento da educação brasileira, bem como as ações tomadas no sentido de mensurar a eficiência da gestão pública sobre estas verbas.

O artigo de Zoghbi et al. (2009) demonstra que é possível definir fronteiras de eficiência dos gastos públicos em educação, porém, de forma limitada, em função da carência de variáveis explicativas e, principalmente, do fato de a educação ser influenciada por diversos outros aspectos socioeconômicos que não somente o volume de recursos investidos pelo governo. Os principais resultados mostram que os estados mais eficazes não são, necessariamente, os mais eficientes. Além disso, os autores ressaltam que existe um amplo espaço para os estados aperfeiçoem a sua gestão.

Rocha et al. (2013) afirmam que existe um grande desperdício no uso de recursos públicos educacionais por parte dos municípios. Os autores demonstram que o volume de recursos necessários para a consecução das metas do IDEB em 2021 poderia ser inferior ao realizado. O desperdício varia entre 40% para retornos constantes e 47% para retornos variáveis de escala. Schettini (2018) ressalta a presença de elevada ineficiência nos municípios localizados no Centro-oeste, principalmente após eliminar o efeito de fatores não discricionários nos estados do Nordeste. O autor conclui que a presença do plano municipal de educação, e a disseminação de programas de reforço de aprendizagem e redução de abandono contribuem na elevação da eficiência municipal. Frio et al. (2018) salientam que o desperdício de recursos para a educação pública é bastante elevado quando se analisa a eficiência por escola.

A literatura sobre a análise da eficiência dos gastos em educação nos permite entender a importância da criação de uma medida de eficiência que permeie as metas da educação pública. Através dos estudos foi possível esclarecer que, mesmo com um sistema de financiamento que busque equalizar as verbas disponíveis em todas as escolas, as decisões de utilização desta verba são os principais determinantes do desempenho dos alunos.

O trabalho a seguir tem como objetivo realizar uma análise da eficiência da gestão educacional no estado do Rio Grande do Sul empregando os resultados na Prova Brasil

como indicador do desempenho médio da rede municipal de ensino. Apesar de o Fundeb garantir o volume mínimo de recursos para todos os municípios, a não existência de contrapartida em que leve em consideração quesitos de gestão e desempenho no ensino, pode ser um dos motivos para a grande variabilidade na gestão dos recursos.

Dessa forma, verificaremos os diferentes níveis de eficiência no provimento da educação municipal e a estratégia empregada é por meio de um procedimento em três estágios. A metodologia da *Data Envelopment Analysis* (DEA) visa medir a eficiência no uso de variáveis que estão sob o controle do gestor. O passo seguinte será controlar os efeitos decorrentes de características não discricionárias, e que também afetam o gerenciamento educacional. Por fim, verificar-se-á como a eficiência é afetada por características municipais como densidade demográfica e a presença de um conselho municipal de educação. Assim, serão abordados temas como a importância da gestão educacional e dos processos de *accountability*, dentro da atual configuração da política educacional no Brasil.

O trabalho está organizado em quatro seções, além dessa introdução. As seções 2 e 3 abordam a estratégia empírica – explicando detalhadamente os três estágios do modelo DEA – e a fonte dos dados, respectivamente – a seção 3 apresenta estatísticas descritivas das variáveis utilizadas, bem como a fonte dos dados de cada estágio. A seção 4 apresenta os resultados econométricos e os mapas de eficiência do primeiro e segundo estágios – e por fim, fazemos as considerações finais, discutindo a implicação dos resultados obtidos.

2. Procedimentos metodológicos

Os procedimentos adotados nesse trabalho se dividem em três estágios: (i) a estimação da fronteira de eficiência técnica por meio do modelo de Análise por Envoltória de Dados (DEA); (ii) a estimação do efeito de variáveis não discricionárias sobre a eficiência medida no primeiro estágio (SIMAR; WILSON, 2007); e (iii) a estimação do efeito de variáveis ambientais e da gestão municipal de educação sobre diferentes grupos de eficiência por meio do modelo de misturas finitas (FMM).

2.1. Análise por Envoltória de Dados

O modelo de Análise por Envoltória de Dados, conhecido por DEA³, foi inicialmente, desenvolvido por Charnes et al. (1978) e aprimorado por Banker et al. (1984). De maneira simples, o método DEA estima uma fronteira de produção, convexa, com as mais eficientes Unidades Tomadoras de Decisão, DMUs⁴, enquanto as unidades menos eficientes se encontram abaixo da curva de eficiência, estimada a partir de insumos e produtos agregados. Ao utilizar o método DEA, há a opção de escolher se o método será voltado ao insumo (*input*) ou ao produto (*output*).

Quando do método voltado ao produto, o DEA estima as DMU's que obtém o melhor resultado dada uma quantidade fixa de insumos. Quando a orientação é para o insumo, o DEA estima quais são as DMUs que minimizam o número de insumos dados os produtos fixos. O método voltado para o produto varia o resultado de 1 até o infinito e o método voltado para o insumo de 0 até 1. Em ambos os casos, as unidades tomadoras de decisão mais eficientes são aquelas com valor 1 e quanto mais distante da unidade, mais ineficiente é considerada a DMU.

Além destas variações de modelos, Charnes et al. (1978) apresentou um modelo com retornos constantes de escala. Banker et al. (1984) aprimora o modelo incorporando a possibilidade de estimá-lo com retornos variáveis de escala. Assim, o modelo contempla a hipótese de que variações nos insumos irão variar proporcionalmente aos produtos (retornos constantes) e a hipótese que variações nos insumos variarão os produtos em maior ou menor escala (retornos variáveis).

Supondo a existência de p insumos e q produtos para um número n de unidades tomadoras de decisão, para as i -th DMUs, x_i é o vetor coluna com os *inputs* e y_i é o vetor coluna com os *outputs*. Define-se como X a matriz de insumos ($p \times n$) e Y a matriz dos produtos ($q \times n$). Logo, o modelo DEA é apresentado pelo seguinte problema de otimização:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \delta_{\lambda, \delta_i} \delta_i \\
 & \text{s. a } \delta_i y_i \leq Y\lambda \\
 & \quad x_i \geq X\lambda \\
 & \quad n1'\lambda = 1 \\
 & \quad \lambda \geq 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

³ Do inglês, *Data Envelopment Analysis*

⁴ Do inglês, *Decision Market Unit*

Em que λ é um vetor de pesos ($n \times 1$) e δ é um escalar. O escalar δ de subscrito i representa o escore de eficiência técnica da unidade i -th como a distância da fronteira.

Por meio de uma combinação linear das melhores DMUs é formada a fronteira de eficiência. Quando o escalar δ possui resultado igual a 1 representa que esta DMU está na fronteira de eficiência. Devido à natureza da variável dependente que é o gasto em educação, utilizaremos o método DEA com retornos variáveis de escala voltado para o produto, seguindo Sampaio e Guimarães (2009).

2.2. Segundo estágio

Tradicionalmente o método DEA utiliza apenas variáveis que estão sob o controle do gestor de políticas públicas para estimar a fronteira de eficiência. No entanto, variáveis não discricionárias também possuem efeito sobre a eficiência técnica das unidades tomadoras de decisão.

A literatura específica costuma propor diversos métodos para a estimação do segundo estágio em vista de analisar o efeito das variáveis não discricionárias sobre a eficiência. Geralmente, o método utilizado é:

$$\hat{\delta}_i = z_i\beta + \varepsilon_i \quad (2)$$

em que: $\hat{\delta}_i$ é o escore de eficiência estimado no método DEA. Z é o conjunto de variáveis não discricionárias adicionadas ao segundo estágio. β é o vetor de parâmetros estimados e ε é o erro.

Como o escore de eficiência é censurado em 1, o modelo geralmente adotado é o de regressão censurada (*tobit*), porque um modelo de mínimos quadrados ordinários não produz parâmetros consistentes. Entretanto, Simar e Wilson (2007) argumentam que o segundo estágio do método DEA utilizando o *tobit* é possivelmente enviesado em pequenas amostras por dois claros motivos. O primeiro se deve ao fato de que se insumos e produtos possuírem correlação com as variáveis exógenas (contidas no vetor Z), haverá correlação com o termo de erro (ε) estimado na equação (2). O segundo motivo refere-se ao fato de os escores estimados pelo método DEA serem feitos conjuntamente o que leva a deturpação do estágio 2 (ε) ser correlacionada serialmente.

Com o propósito de, pelo menos, amenizar tais problemas, Simar e Wilson (2007) sugerem dois algoritmos com o método de reamostragem (*bootstrap*). O primeiro deles melhora a inferência sobre o β e o resíduo ε por intermédio de uma regressão linear truncada com o método de *bootstrap*. O segundo algoritmo produz as estimativas individuais de viés e reestima o método DEA corrigido por tais vieses. O uso do segundo algoritmo se mostra mais robusto porque inclui o *bootstrap* paramétrico também no primeiro estágio. O segundo algoritmo está detalhado no Anexo 1 deste trabalho.

2.3. Modelo de Misturas Finitas

O trabalho de Feller (1943), de caráter estatístico, é seminal sobre o problema quando se refere às misturas finitas. A partir deste trabalho, o modelo FMM (*Finite Mixture Models*) é elaborado. Em uma população, que tenha K subgrupos, que se combinam aleatoriamente e proporcionalmente ao tamanho de cada grupo η_1, \dots, η_k . Ao considerar cada grupo, algumas características (Y) são diferentes entre os grupos, porém homogêneas no intragrupo. Apesar de assumir que a distribuição de Y deriva de uma distribuição paramétrica idêntica para cada grupo igual, $p(y|\theta)$, com parâmetro θ diferente para cada grupo analisado, a distribuição de probabilidade de cada grupo pode se diferir. Cada grupo é denominado por uma variável discreta, S, e assumirá valores entre 1 e K.

Os grupos diferentes, S, como no caso da variável Y, podem ser retirados de uma amostra aleatória com probabilidade de amostragem igual a η_s . Quando S é conhecido, Y possui uma distribuição $p(y|\theta_s)$ com parâmetro θ_s específico para o grupo S. A densidade conjunta de Y e S é dada por:

$$p(y, S) = p(y|S)p(S) = p(y|\theta_s)\eta_s \quad (3)$$

Apesar de observável a variável Y, é raro que os diferentes grupos sejam observados. A distribuição de probabilidade de tal variável será caracterizada pela função densidade de probabilidade da própria variável. Dada densidade da distribuição, f_π , neste caso da eficiência de gastos da educação dos municípios gaúchos, a partir dela se origina a multimodalidade, tanto quanto as outras densidades unimodais em uma mistura finita. Logo,

$$f_{\pi} = (\pi_{mun}) = \eta_1 h_1(\pi_{mun}; \mu_1, \sigma_1) + \dots + \eta_k h_k(\pi_{mun}; \mu_k, \sigma_k); \pi_{mun} > 0 \quad (4)$$

Em que K é o número de componentes, cada densidade se refere a densidade de cada componente, a soma de todos os pesos da distribuição η_1, \dots, η_k , dado que eles são maiores que zero. Para todo $k = 1, \dots, K$, há uma função densidade de probabilidade representada por $h_k(\pi_{mun})$.

Como Y possui uma heterogeneidade que não é observada, o FMM consegue lidar bem com o problema, dado que dois ou mais componentes distintos com médias e variâncias diferentes, compõem a distribuição condicional da variável. O modelo é flexível dado que é estimado por Máxima Verossimilhança, que possibilita a mudança de parâmetros da regressão para cada componente, inclusive alterando o sinal. Assim, a variação dos parâmetros de acordo com o componente evidencia a heterogeneidade presente em cada grupo.

Há uma necessidade na especificação do número de componentes, K , dado que o ajuste dos dados e o número de componentes é uma relação muito próxima. Problemas ligados a *overfitting*, no entanto, tornam a tarefa mais difícil, dado que os parâmetros não ficam identificáveis. Entretanto, por intermédio do critério *Akaike* (AIC) e do critério Bayesiano (BIC), identifica-se o número de componentes. Leroux (1992) afirma que ao empregar esses critérios não implica subestimação do número verdadeiro de componentes.

3. Fonte dos Dados

De acordo com a atual política educacional do Brasil, a responsabilidade pela provisão do ensino básico recai sobre os municípios, com eventuais e necessários auxílios técnicos dos Estados e da União. Sendo assim, estudar os municípios de um mesmo Estado auxiliaria no estabelecimento de uma comparação mais adequada entre os coeficientes obtidos, já que sofrem influência de uma mesma diretriz estadual. As variáveis utilizadas nos estágios estão de acordo com a literatura, estando entre parênteses os trabalhos que as utilizam. Como variáveis de insumo, foram escolhidos os seguintes dados: gastos com educação de ensino fundamental *per capita* (SUTHERLAND; PRICE; GONAND, 2009; SALGADO JUNIOR; NOVI, 2015), percentual de docentes com nível superior (GRAMANI,

2017), número médio de alunos por turma, a porcentagem de escolas municipais com laboratórios de informática e ciências, além da porcentagem de escolas com bibliotecas. Essas variáveis são fornecidas pelo Censo Escolar. Os dados supracitados foram obtidos no portal do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), que é responsável por fornecer os indicadores educacionais coletados em todo o país. Ambos os dados buscam incluir ao modelo informações que evidenciam as condições de estudo oferecidas aos alunos (docentes e ambientes que favoreçam ao aprendizado). As informações referentes à estrutura foram retiradas do Censo da Educação Básica também para 2011.

Dentre os insumos, cabe destaque o gasto com ensino fundamental realizado pelos municípios, pois, por meio do volume de gastos pretende-se avaliar se os municípios estão fazendo uso adequado dos recursos empregados em educação. Os dados foram obtidos por meio do portal Finanças do Brasil (FINBRA), e referem-se ao ano de 2011.

Como variáveis de *output* (ou resultados), foram selecionados os dados de taxa de aprovação (KIRJAVAINEN; LOIKKANENT, 1998; GONÇALVES; FRANÇA, 2013) e as notas de matemática e língua portuguesa obtidas na Prova Brasil (SALGADO JUNIOR; NOVI, 2015) aplicada em 2011. Todas essas variáveis foram obtidas no portal do INEP, juntamente com os dados de IDEB (indicador que sintetiza as notas e taxa de aprovação, utilizado como principal parâmetro de avaliação da qualidade do ensino no Brasil). A opção por utilizar as três variáveis ao invés do IDEB deu-se em uma tentativa de manter os resultados mais fidedignos à aplicação da Prova Brasil, já que a taxa de aprovação, embora seja um indicador importantíssimo na análise da eficiência na gestão educacional, pode sofrer influências externas ao desempenho dos alunos. Há também a taxa de frequência escolar líquida⁵ (BRADLEY et al., 2001) no ensino fundamental, retirada dos dados do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. A inserção dessa informação nos dá uma medida do percentual da população em idade escolar que permanece nos estudos, portanto, estando sob a responsabilidade do gestor de ensino e fazendo uso da infraestrutura educacional fornecida pelo município.

⁵ Razão entre o número de pessoas com idade entre 6 e 17 anos e que frequentam o ensino fundamental ou médio e o tamanho da população para essa mesma faixa etária, multiplicado por 100.

Ao analisar os dados obtidos do FINBRA e do INEP, Censo Escolar e Atlas do Desenvolvimento Humano, constatou-se que alguns municípios não apresentaram todos os dados necessários para a condução da DEA e dos estágios seguintes. Assim, dos 496 municípios do Rio Grande do Sul, a amostra final é composta por 315 municípios, 63,5% do total.

A Tabela 1 possui todas as variáveis utilizadas nos três estágios do modelo e está organizada segundo o estágio a que se refere. Por fim, o primeiro estágio está subdividido em duas partes: insumos e produtos.

Tabela 1 - Estatísticas Descritivas

Primeiro Estágio				
<i>Insumos</i>				
Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Despesa com Ensino Fundamental per capita	446,13	174,06	80,87	1163,11
% de professores com ensino superior	72,85%	18,55	14,3%	100%
Número médio de alunos por turma	16,52	3,87	4,8	28,8
% de escolas com laboratório de informática	15,19%	23,93	0	100
% de escolas com laboratório de ciências	74,5%	29,39	0	100
% de escolas com biblioteca	65,13%	35,58	0	100
<i>Produtos</i>				
Taxa de aprovação	92,72%	4,54	77%	100%
Nota de matemática (em pontos)	214,43	18,59	152,52	288,08
Nota de língua portuguesa (em pontos)	193,29	16,32	137,63	258,69
Taxa de frequência escolar líquida no ensino fundamental	93,5	2,4	83,28	98,72
Segundo Estágio				
Porcentagem da população urbana	64,06	24,17	11,28	100
Porcentagem da população feminina	50,09	1,2	44,69	53,61
Índice de Gini	0,47	0,07	0,28	0,72
Porcentagem de pessoas autodeclaradas brancas	84,64%	7,42	49,23%	98,67%
Porcentagem de pessoas autodeclaradas pardas	10,8%	5,6	0,96%	30,57%
Porcentagem de pessoas autodeclaradas negras	3,38%	2,69	0,05%	14,01%
Porcentagem de pessoas autodeclaradas indígenas	0,78%	4,08	0%	42,54%
Porcentagem de pessoas autodeclaradas amarelas	0,40%	0,46	0%	4,13%
Porcentagem de mães chefes de família com fundamental incompleto e filhos até 15 anos (MCFI)	14,97	6,96	1,33	39,32
Indicador de nível socioeconômico (INSE)	53,31	3,11	41,83	60,29

Continua

				Conclusão
Terceiro Estágio				
IDHM Longevidade	0,8446	0,0221	0,766	0,89
IDHM Renda	0,7258	0,0424	0,606	0,867
Secretaria Exclusiva de Educação	0,2794	0,4494	0	1
Gestor Possuir Superior Completo	0,9206	0,2707	0	1
Conselho Municipal de Educação	0,9936	0,0795	0	1
Fundo Municipal de Educação	0,2508	0,4342	0	1
Densidade Demográfica	124,1	395,95	2,5	2940,8
Porcentagem de Eleitores Analfabetos em 2008	4,2294	2,6695	0,394%	18,79%

Fonte: Os autores (2017).

As variáveis do segundo estágio mostram aspectos que podem afetar a eficiência, porém, não estão no arcabouço de trabalho do gestor escolar. São elas: porcentagem da população na zona urbana (DELGADO, 2008), porcentagem da população feminina, uma *dummy* para cada etnia autodeclarada no Censo (RAY, 1991; SAMPAIO; GUIMARÃES, 2009; GONÇALVES; FRANÇA, 2013), a porcentagem de mães que são chefes de família e que possuem fundamental incompleto cujos filhos têm até quinze anos (é uma proxy para lares que são considerados desestruturados e que teria efeito negativo sobre o desempenho estudantil), o indicador de nível socioeconômico⁶ calculado (GONÇALVES; FRANÇA, 2013; ALBERNAZ; FERREIRA; FRANCO, 2002) a partir de dados do Exame Nacional do Ensino Médio, da Prova Brasil e da ANEB e o índice de Gini (GRAMANI, 2017). Os dados do INSE estão disponíveis no INEP.

No terceiro estágio, utilizam-se variáveis que expliquem a estrutura de gestão municipal e a sua densidade para estimar o efeito sobre os diferentes grupos de eficiência. As variáveis, além da densidade demográfica que mede possíveis efeitos de escala (BRADLEY et al., 2001), são: a porcentagem de eleitores analfabetos em 2008 (ano que houve eleição municipal e elegeu os políticos responsáveis pela educação em 2011), a presença de secretaria exclusiva de educação, o gestor responsável pela educação possuir ensino superior, além da presença de um fundo municipal de educação e um conselho municipal de educação. Estas variáveis se justificam para que se mostre como foram

⁶ O indicador é composto pela escolaridade dos pais, o gasto com diaristas e/ou empregados domésticos, bens no domicílio e a renda familiar em salários mínimos. Maiores informações, ver: <http://download.inep.gov.br/informacoes_estatisticas/indicadores_educacionais/2011_2013/nivel_socioeconomico/nota_tecnica_indicador_nivel_socioeconomico.pdf>.

escolhidos os gestores municipais, além de uma estrutura de *accountability* para o gerenciamento do ensino a fim de melhorar os índices de educação.

4. Resultados

O conjunto de tabelas que seguem expressam os resultados nos três estágios. A Tabela 2 apresenta os resultados da Análise por Envoltória de Dados (DEA) antes e depois da correção de viés das variáveis não discricionárias, proposta por Simar e Wilson (2007). O próprio modelo prevê que após o segundo estágio os resultados sejam piores, porém mais robustos.

Quando utilizado o método DEA convencional, dos 315 municípios presentes na amostra, um terço se mostra eficiente. Aproximadamente 41% se mostra entre a eficiência e a ineficiência e apenas 25% possuem escore de eficiência abaixo de 0,7 e são considerados ineficientes.

Tabela 2 - Eficiência Municipal na Gestão Escolar

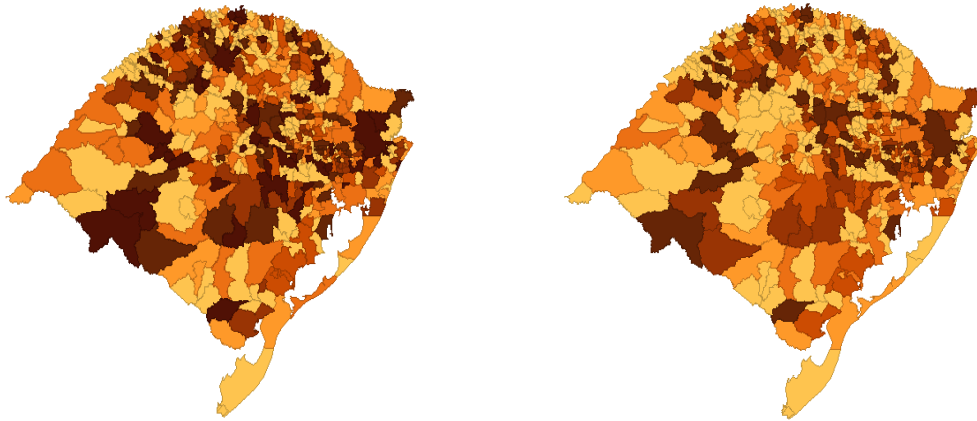
Intervalos	Nível de Eficiência	DEA Convencional		Simar e Wilson (2007)	
		Número de Municípios	Frequência relativa	Número Municípios	Frequência relativa
[0,4 – 0,7)	Ineficientes	79	25,08%	121	39,05%
[0,7 – 0,85)	Médios	129	40,95%	140	45,39%
[0,85 – 1]	Eficientes	107	33,97%	49	15,56%
Total		315	100%	315	100%
Viés				-0,125	

Fonte: Os autores (2017).

Esse panorama muda substancialmente ao utilizarmos a correção de viés de Simar e Wilson (2007). Neste modelo, apenas 15,56% das cidades (menos de 50), são consideradas eficientes, i.e., praticamente metade das cidades do primeiro estágio. O número de cidades médias aumenta em 4,5 pontos percentuais. O aumento significativo fica por conta dos municípios considerados ineficientes que se eleva de 79 para 121. Em outras palavras, aumentam quase 14 pontos percentuais.

Na Figura 1 temos a eficiência municipal nos dois estágios. A utilização dos mapas é uma forma de mostrar como os municípios variam seu nível de eficiência de acordo com o modelo.

Figura 1 - DEA convencional e DEA corrigido



Legenda: As cores mais escuras representam as cidades mais eficientes. As cidades que não estão nas estimações, ficaram claras com escore igual a zero.

Fonte: Os autores (2017).

Na figura acima, os municípios mais eficientes são os de cores mais escuras. É possível perceber que, o fato de haver viés na primeira estimativa, torna os municípios mais eficientes. Há uma diferença de cores entre os dois mapas, justificando o uso dos dois estágios e mostrando que há uma supervalorização da eficiência quando não utilizada a correção dos efeitos não discricionários.

A Tabela 3 expressa os resultados do segundo estágio, pois, como no primeiro estágio, os resultados foram estimados pelo método DEA com orientação para o produto. As variáveis que possuem efeito direto sobre o escore (sinal positivo), são aquelas que afetam negativamente o resultado, dado que os escores variam da unidade até infinito, indicando quanto maior, pior. Após isso, as duas tabelas que seguem possuem os escores já normalizados de 0 a 1, logo quanto mais perto da unidade, melhor. Por fim, a última tabela apresenta os testes de robustez do terceiro estágio.

A Tabela 2 apresenta o efeito de variáveis que não estão no poder dos gestores sobre a eficiência. Cidades que possuem mais mulheres, em termos percentuais, possuem melhores resultados. Também vale para as cidades que possuem maior porcentagem de pessoas na zona urbana, porém esse resultado tem apenas 10% de significância.

Quanto ao efeito da porcentagem de pessoas autodeclaradas de cor de pele diferentes, é possível perceber que ser índio ou amarelo não possui efeito significativo sobre a eficiência, em relação aos brancos. Cidades com maior porcentagem de negros e pardos apresentam coeficientes de eficiência piores.

Tabela 3 - Efeito das variáveis não discricionárias sobre a eficiência

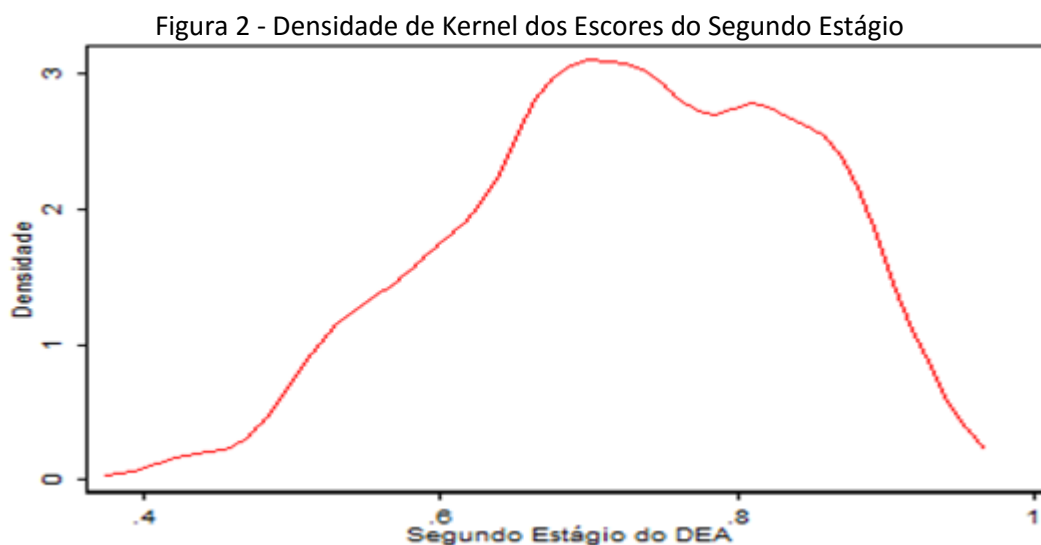
Variável	Coefficiente	DP	Z
Constante	2,052***	1,067	1,92
Urbano	-0,002***	0,001	-1,73
Mulher	-0,056*	0,02	-2,83
Gini	1,298*	0,305	4,26
Negro	0,016**	0,007	2,23
Pardo	0,007***	0,004	1,66
Amarelo	-0,023	0,04	-0,58
Índio	-0,003	0,005	-0,55
INSE	0,029*	0,008	3,78
MCFFI	0,002	0,003	0,69

Legenda: Nível de significância:*1%; **5%; ***10%.

Fonte: Os autores (2017).

A porcentagem de mães chefes de família com fundamental incompleto e filhos até 15 anos (MCFFI) também não possui efeito significativo sobre a eficiência. Porém, municípios com maior renda da família dos alunos (indicado pelo Indicador de Nível Socioeconômico – INSE), possuem resultados piores, ao nível de significância de 1%. Conforme mostra o índice de Gini, as cidades mais desiguais possuem os piores resultados.

A Figura 2 mostra a divisão em dois componentes, por meio da densidade de kernel estimada para o escore do coeficiente DEA em dois estágios. É possível perceber uma “quebra” na distribuição quando o escore se aproxima de 0.8, com o modelo dividindo a amostra de municípios em dois grupos. A moda da distribuição encontra-se em 0,7 e é o grupo em que possui o maior número de municípios.



Fonte: Os autores (2017).

O modelo de misturas finitas (FMM) prevê que em uma distribuição muito heterogênea, as mesmas variáveis possuem efeitos diferentes sobre grupos diferentes, de acordo com a distribuição. Neste trabalho, a amostra foi dividida em dois grupos: Componente 1 e Componente 2, segundo os testes de AIC e BIC, uma vez que mostra os menores valores⁷.

É possível perceber que, em uma secretária municipal exclusiva para a educação, os componentes de Renda e Longevidade do IDHM e a porcentagem de eleitores analfabetos em 2008 não possuem efeitos significativos sobre os grupos.

Para o grupo 1, referente às escolas menos eficientes, um gestor de educação com nível superior afeta positivamente a eficiência, assim como cidades mais densas. Este a 10% de significância e aquele a 1%. A variável de densidade mostra que o efeito escala se mostra importante para a elevação da eficiência. Todavia, pode ser um indício de que o processo de descentralização que culminou a com a gerência de unidades de ensino por municípios com densidade populacional pequena, sejam pouco eficientes. Ademais, o suporte a ser dado pelo Estado aos Municípios para a gerência dessas unidades de ensino pode não ocorrer ou se mostrar frágil. Por fim, o processo de *accountability* fraca (divulgação dos IDEBs das escolas) ainda pode se mostrar pouco eficaz. As demais variáveis não possuem efeito significativo.

Tabela 4 - Efeitos de variáveis municipais sobre grupos diferentes

Variável	Componente 1	Componente 2
IDHM_L	0,1719 (0,4059)	0,1659 (0,2374)
IDHM_R	0,1075 (0,2143)	0,078 (0,1805)
Secretaria exclusiva	0,0015 (0,0161)	-0,0622 (0,0121)
Gestor com ensino superior	0,0662* (0,0234)	-0,0019 (0,0197)
Conselho municipal de educ	0,0735 (0,0917)	0,2506* (0,0436)
Fundo Municipal de Educ	-0,0244 (0,0172)	-0,0218*** (0,0123)
Densidade Demográfica	0,0001*** (0,0000)	-0,0001* (0,0000)
% de eleitores analfabetos	0,0007 (0,0032)	-0,0007 (0,0028)
Constante	0,3251 (0,3498)	0,4253** (0,1793)

Legenda: Nível de significância: *1%; **5%; ***10%.

Fonte: Os autores (2017).

⁷ O teste está no Anexo 2

No grupo de municípios 2, onde estão organizadas as escolas mais eficientes, a densidade demográfica se comporta de maneira inversa, prejudicando a eficiência destes municípios, significativo a 1%. Um fundo municipal exclusivo da educação, apesar de ter significância apenas a 10%, também possui esse efeito. A presença de um conselho exclusivo dedicado a educação se mostra significativa a 1% para o componente 2, mostrando que esse conselho ajuda a melhorar a eficiência da gestão escolar para os municípios contidos nesta componente. Ao considerar a eficácia (resultados) e a eficiência (qualidade de provimento de educação, dados os recursos disponíveis), percebemos que há uma correlação baixa entre elas, conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Correlação entre eficiência e eficácia

	Nota Matemática	Nota Português	Primeiro Estágio	Segundo Estágio
Nota Matemática	1			
Nota Português	0,8943	1		
Eficiência: primeiro Estágio	0,1486	0,1615	1	
Eficiência: segundo Estágio	0,2341	0,2401	0,9718	1

Fonte: Os autores (2017).

A Tabela 5 mostra que há uma relação pequena entre eficácia e eficiência. Se considerado apenas o primeiro estágio, a correlação maior é de 16,15%, que é com a nota de português. Se considerarmos o segundo estágio, há uma diferença significativa, mas ainda assim a maior correlação é com português e é de 24,01%. Mesmo havendo um viés médio de 0,125 no primeiro estágio, há uma correlação altíssima entre os modelos: 0,9718. A correlação entre as notas das provas é de 89,43%.

5. Discussão

Este trabalho, por meio de diversas bases de dados, buscou analisar a eficiência na gestão municipal de educação fundamental para o Rio Grande do Sul. A análise foi feita a partir de um modelo de eficiência em três estágios, analisando não só os fatores que afetam a eficiência direta, mas também variáveis * não discricionárias e afetam a eficiência de maneira indireta. A metodologia em três estágios é utilizada por (GONÇALVES; FRANÇA, 2013), porém a metodologia em dois estágios é amplamente utilizada (AFONSO; AUBYN, 2006; AGASISTI, 2013; DELGADO, 2008; SELIM; BURSALIOĞLU, 2015; WANKE; BLACKBURN; BARROS, 2016). O estudo da eficiência se

mostra importante, uma vez que o conceito de eficiência e eficácia é diferente e modelos eficientes podem ser replicados, maximizando resultados e/ou minimizando custos públicos.

Os principais resultados sugerem que existem poucos municípios considerados eficientes na provisão escolar. Cidades altamente urbanizadas (efeito escala) e com proporções maiores de mulheres possuem maior probabilidade de serem eficientes. Conforme o esperado, o índice de Gini, que mede a desigualdade, mostrou que municípios mais desiguais possuem menor chance de serem eficientes. Esse resultado também foi encontrado em Gramani (2017). Nos municípios com maior proporção de negros e pardos são menos eficientes.

Quanto à estrutura municipal, estimada no terceiro estágio, o conselho municipal de educação, amplamente estudado no Rio Grande do Sul por (PEREIRA; OLIVEIRA, 2011; WERLE, 2006) afeta positivamente a eficiência dos municípios mais eficientes. Na contramão, um fundo especial para educação afeta negativamente o escore de eficiência de tais municípios. Cabe destacar que, o fato de o gestor municipal de educação possuir ensino superior aumenta a eficiência da gestão escolar nos locais aonde a eficiência é menor. Variáveis como o IDHM e porcentagem de eleitores analfabetos não possuem significância sobre a eficiência em nenhum dos dois componentes. Assim, propomos que as cidades que possuem eficiência baixa coloquem pessoas com ensino superior na gestão educacional, em especial pessoas com formação em gestão e educação, para um viés mais técnico da posição ocupacional.

Os resultados apontam que municípios que investem muito, em termos per capita, em educação fundamental possuem piores escores de eficiência, as outras variáveis são bastante parecidas entre os municípios eficientes e ineficientes, conforme a Tabela A2, no Anexo 3. Esse resultado mostra que altos gastos com educação estão diretamente relacionados com a falta de eficiência, enfatizando o fato de a educação possuir retornos decrescentes de escala. Sugerimos aos municípios considerados ineficientes buscarem nos municípios eficientes uma forma de maximizar o gasto público com educação, produzindo melhores resultados e tornando-os eficientes, que está em linha com Savian e Bezerra (2013). Esses resultados seguem parte da literatura (DA SILVA; ALMEIDA, 2012; WILBERT; D'ABREU, 2013; YUAN; SHAN, 2016; ZOGHBI et al., 2011), mas estão na

contramão de outros artigos (SUTHERLAND; PRICE; GONAND, 2009) e, divergem em parte de alguns outros trabalhos para o Brasil (DELGADO, 2008; DELGADO; MACHADO, 2007).

A sugestão de Zoghbi et al. (2011) vai no sentido de criar escores de eficiência comparados intertemporalmente. A nossa sugestão vai ao encontro dos autores, para que os municípios gaúchos possam buscar ainda mais a eficiência, não somente a eficácia. Uma das formas é criando políticas públicas de educação e ações de melhoria na gestão escolar (DIAZ, 2007; MENEZES FILHO, 2012). Por fim, o artigo não visa finalizar a literatura de análise de eficiência para o Rio Grande do Sul, mas sim colaborar um pouco mais. Há espaços para o uso do modelo conhecido por FDH (*Free Disposal Hull*) para estimação de municípios supereficientes e, assim, usá-los como balizadores para a eficiência de outros municípios, verificando as características de cada um destes municípios e como exportar a tecnologia para os demais.

Referências

- AFONSO, A.; AUBYN, M. S. Cross-country efficiency of secondary education provision: A semi-parametric analysis with non-discretionary inputs. *Economic modelling*, Surrey, v. 23, n. 3, p. 476–491, 2006.
- ALBERNAZ, Â.; FERREIRA, F. H. G.; FRANCO, C. *Qualidade e equidade na educação fundamental brasileira*. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2002. (Texto para discussão).
- AGASISTI, T. The efficiency of Italian secondary schools and the potential role of competition: a data envelopment analysis using OECD-PISA2006 data. *Education Economics*, [S.l.], v. 21, n. 5, p. 520–544, 2013.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, Providence, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, 1984.
- BRADLEY, S.; JOHNES, G.; MILLINGTON, J. The effect of competition on the efficiency of secondary schools in England. *European Journal of Operational Research*, Amsterdam, v. 135, n. 3, p. 545–568, 2001.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, Amsterdam, v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978.
- DA SILVA, J. L. M.; ALMEIDA, J. C. L. Eficiência no gasto público com educação: uma análise dos municípios do Rio Grande do Norte. *Planejamento e Políticas Públicas*, Brasília, DF, n. 39, 2012.
- DELGADO, V. M. S. Estudo sobre um ranking municipal de eficiência escolar em Minas Gerais. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, Curitiba, v. 2, n. 1, 2008.
- DELGADO, V. M. S.; MACHADO, A. F. Eficiência das escolas públicas estaduais de Minas Gerais. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 37, n. 3, 2007.
- DIAZ, M. D. M. Qualidade do gasto público em educação no Brasil. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE ÉTICA CONCORRENCIAL. *Qualidade do gasto público no Brasil: sugestões para melhorar os resultados das políticas públicas, sem aumento de impostos*. São Paulo, 2007. p. 47-73.
- FELLER, W. On a general class of “contagious” distributions. *The Annals of Mathematical Statistics*, [S.l.], v. 14, n. 4, p. 389-400, 1943.
- FRIO, G. S. et al. Eficiência na educação: uma análise por escola no rio grande do sul utilizando o método dea em dois estágios. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, Curitiba, v. 12, n. 1, p. 74–89, 2018.

GONÇALVES, F. DE 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, 2013.

GRAMANI, M. C. A desigualdade socioeconômica afeta mais municípios menos favorecidos?. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, v. 47, n. 164, p. 470–494, 2017.

HANUSHEK, E. A.; WÖSSMANN, L. The role of school improvement in economic development. *NBER Working Paper Series*: National Bureau of Economic Research, Cambridge, 2007.

KIRJAVAINEN, T.; LOIKKANENT, H. A. Efficiency differences of Finnish senior secondary schools: an application of DEA and Tobit analysis. *Economics of Education Review*, Cambridge, v. 17, n. 4, p. 377–394, 1998.

LEROUX, B. G. Consistent estimation of a mixing distribution. *The Annals of Statistics*, [S.l.], v. 20, n. 3, p. 1350–1360, 1992.

LOCHNER, L. Non-production benefits of education: Crime, health, and good citizenship. *NBER Working Paper Series*: National Bureau of Economic Research, Cambridge, 2011.

MENEZES FILHO, N. A. *Os determinantes do desempenho escolar do Brasil*. São Paulo: Saraiva, 2012.

MONTEIRO, J. Gasto público em educação e desempenho escolar. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 69, n. 4, p. 467–488, 2015.

OECD INDICATORS. *Education at a glance 2015*. [S.l.], 2015. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/estatisticas_educacionais/ocde/education_at_a_glance/eag2015_ebook.pdf>. Acesso em: 5 maio 2017.

PEREIRA, S. M.; OLIVEIRA, O. S. de Constituição e funcionamento do Conselho Municipal de Educação frente ao processo de democratização da gestão: um estudo dos municípios de Santa Maria e Santa Rosa/RS. *Ensaio: Aval. e Pol. Públ. em Educ.*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 72, p. 651–678, 2011.

RAY, S. C. Resource-use efficiency in public schools: A study of Connecticut data. *Management science*, Providence, v. 37, n. 12, p. 1620–1628, 1991.

ROCHA, F. et al. É possível atingir as metas para a educação sem aumentar os gastos? uma análise para os municípios brasileiros. *Textos para Discussão*, Brasília, DF, n. 15, 2013.

SALGADO JUNIOR, A. P.; NOVI, J. C. Proposta de práticas administrativo-pedagógicas que possam contribuir para o desempenho dos alunos de escolas municipais do ensino fundamental na Prova Brasil. *Ensaio: Aval. e Pol. Públ. em Educ.*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 88, 2015.

- SAMPAIO, B.; GUIMARÃES, J. Diferenças de eficiência entre ensino público e privado no Brasil. *Economia Aplicada*, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 45–68, 2009.
- SAVIAN, M. P. G.; BEZERRA, F. M. Análise de eficiência dos gastos públicos com educação no ensino fundamental no estado do Paraná. *Economia & Região*, Londrina, v. 1, n. 1, p. 26–47, 2013.
- SCHETTINI, B. P. Avaliação da eficiência técnica dos municípios brasileiros na educação pública. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 1, 2018.
- SELIM, S.; BURSALIOĞLU, S. A. Efficiency of higher education in turkey: a bootstrapped two-stage DEA approach 1. *International Journal of Statistics and Applications*, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 56–67, 2015.
- SIMAR, L.; WILSON, P. W. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of econometrics*, Amsterdam, v. 136, n. 1, p. 31–64, 2007.
- SUTHERLAND, D.; PRICE, R.; GONAND, F. Improving public spending efficiency in primary and secondary education. *OECD Economic Studies*, Paris, n. 1, p. 1-30, 2009.
- WANKE, P.; BLACKBURN, V.; BARROS, C. P. Cost and learning efficiency drivers in Australian schools: a two-stage network DEA approach. *Applied Economics*, London, v. 48, n. 38, p. 3577–3604, 2016.
- WERLE, F. O. C. Gestão da educação municipal: composição dos Conselhos Municipais de Educação do Rio Grande do Sul. *Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 52, p. 349–364, 2006.
- 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, 2013.
- YUAN, Y.; SHAN, M. The educational efficiency evaluation framework: by using DEA model and CA method. *International Journal of Information and Education Technology*, [S.l.], v. 6, n. 12, p. 923, 2016.
- ZOGHBI, A. C. P. et al. Mensurando o desempenho e a eficiência dos gastos estaduais em educação fundamental e média. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 785–809, 2009.
- ZOGHBI, A. C. et al. Uma análise da eficiência nos gastos em educação fundamental para os municípios paulistas. *Planejamento e Políticas Públicas*, Brasília, DF, n. 36, 2011.
- Recebido em: 16/04/2018
- Aceito para publicação em: 11/03/2019

Efficiency in the Educational Provision of Rio Grande do Sul: a three-stage municipal analysis

Abstract

This article seeks to measure efficiency in municipal education management for the municipalities of Rio Grande do Sul using data from FINBRA (Finances of Brazil), the School Census, the Human Development Atlas and the Brazil Exam. The strategy used was an efficiency model broken down into three stages in order to control, by discretionary characteristics (at school level) and that are under the control of the manager, non-discretionary (student's and family's characteristics) and variables of municipal management (Municipal Human Development Index, existence of a school board and/or an education fund and population density). The results show the presence of a small number of municipalities regarded as efficient or inefficient, however, most of them show average levels of efficiency. The three-stage model is necessary because some variables considered as non-discretionary had an impact on management efficiency, as well as aspects linked to demographic density and the existence of a governing board of education policy, which positively affected municipal efficiency indexes.

Keywords: Education management. Efficiency. Accountability. Data Envelopment Analysis.

Eficiencia en la provisión educacional en Rio Grande do Sul: un análisis municipal en tres etapas

Resumen

El presente artículo busca medir la eficiencia en la gestión municipal de educación para los municipios gauchos utilizando datos de la FINBRA (Finanzas de Brasil), del Censo Escolar, del Atlas de Desarrollo Humano y de la Prueba Brasil. La estrategia utilizada fue un modelo de eficiencia desglosado en tres etapas para controlar por características discrecionales (a nivel de la escuela) y que se encuentran bajo el control del gestor, no discrecionales (características estudiantiles y de sus familiares) y variables de gestión municipal (IDHM, existencia de consejo y/o fondo para educación y densidad demográfica). Los resultados muestran la existencia de una pequeña cantidad de ciudades

consideradas eficientes o ineficientes, pero la mayoría fue considerada como teniendo niveles mediana de eficiencia. El modelo en tres etapas se muestra necesario porque algunas variables consideradas como no discrecionales afectaron la eficiencia de la gestión, además de aspectos relacionados con la densidad demográfica y la existencia de un consejo gestor de políticas de educación influyeron positivamente los índices de eficiencia municipal.

Palabras clave: Gestión educativa. Eficiência. *Accountability*. *Data Envelopment Analysis*.

ANEXO 1

O algoritmo 2 de Simar e Wilson (2007)⁸

- 1) Guardar todos os $\widehat{\delta}_i$ pelo método DEA;
- 2) Estimar (2) como uma regressão truncada por Máxima Verossimilhança, em que $\widehat{\beta}$ e $\widehat{\sigma}_\varepsilon$ são as estimativas máximo verossímeis de β e σ_ε
- 3) Correção do viés em $\widehat{\delta}_i$ (primeira etapa) com a obtenção do conjunto de estimativas por *bootstrap* $B = \{\widehat{\delta}_{ib}^*\}_{b=1}^{L1}$ para cada DMU. Os quatro passos seguintes devem ser repetidos L1 vezes.
 - 4) 3.1) Para todo $i = 1, \dots, n$, obter ε_i de uma distribuição $N(0, \widehat{\sigma}_\varepsilon)$ com truncagem a esquerda em $(1 - z_{ib}\widehat{\beta})$.
 - 5) 3.2) Para todo $i = 1, \dots, N$, computar $\delta_{ib}^* = z_{ib}\widehat{\beta} + \varepsilon_{ib}^*$
 - 6) 3.3) Calcular $x_{ib}^* = (\frac{\widehat{\delta}_i}{\delta_{ib}^*})x_i$, para todo $i = 1, \dots, n$.
 - 7) 3.4) Calcular por *bootstrap* $\widehat{\delta}_{ib}^*$ de $\widehat{\delta}_i$, para $i = 1, \dots, n$, resolvendo $\widehat{\delta}_{ib}^* = \min\{\delta; y_i \leq \sum_{j=1}^n \gamma_j y_j; \delta x_i \geq \sum_{j=1}^n \gamma_j x_{ib}^*; \delta > 0; \gamma_j \geq 0, j = 1, \dots, n\}$.
- 8) Computar o estimador com viés corrigido de $\widehat{\delta}_i = 2 \cdot \widehat{\delta}_i - \overline{\widehat{\delta}_i^*}$, onde $\overline{\widehat{\delta}_i^*}$ é a média por *bootstrap* de $\widehat{\delta}_i^*$.
- 9) Utilizar método de Máxima Verossimilhança para regressão normal truncada $\widehat{\delta}_i$ em z_i , obtendo as estimativas $(\widehat{\beta}, \widehat{\sigma})$. Repetir os passos seguintes L2 vezes para obter $C = \{(\widehat{\beta}^*, \widehat{\sigma}_\varepsilon^*)\}_{b=1}^{L2}$ por *bootstrap*.
- 10) 5.1) Para cada $i = 1, \dots, n$ gerar ε_i da distribuição $N(0, \widehat{\sigma})$ com truncagem à esquerda em $-z_i\widehat{\beta}$ e à direita em $1 - z_i\widehat{\beta}$;
- 11) 5.2) Para $i = 1, \dots, n$ calcular $\delta_i^{**} = z_i\widehat{\beta} + \varepsilon_i$;
- 12) 5.3) Para estimar a regressão truncada de δ_i^{**} em z_i , utilizar o método de Máxima Verossimilhança, obtendo as estimativas $(\widehat{\beta}^*, \widehat{\sigma}^*)$;
- 13) Utilizar as repetições *bootstrap* em C e as estimativas originais $(\widehat{\beta}, \widehat{\sigma})$ na obtenção de estimativas *bootstrap* dos parâmetros, desvios padrão e intervalos de confiança.

⁸ Os autores sugerem os valores L1=100 para o escore corrigido e L2=2000 para as estimativas de β e σ

ANEXO 2

Tabela A1 - Teste de AIC e BIC para o número de escolha do número de componentes

Modelo	Obs	Modelo (MV)	AIC	BIC
Mixing1	315	238.6103	-473.2205	-473.2205
Mixing2	315	252.7142	-495.4284	-476.6655
Mixing3	315	256.3454	-496.6908	-466.6702

Legenda: Nível de significância: *1%; **5%; ***10%.

Fonte: Os autores (2017).

ANEXO 3

Tabela A2 - Características dos Municípios Mais e Menos Eficientes

DEA	DEA SM	IDEB 4ª/5ª	IDEB 8ª/9ª	Nome do município	DEF_PC	DSU	APT	Lab. Info.	Lab. Ciências.	Biblio	Taxa Aprovação	Nota Mat.	Nota Port.
0,458	0,406	4,9	4,3	Triunfo	1163,11	77,20	16,70	92,31	23,08	92,31	96,30	203,87	179,34
0,49	0,436	5,0	3,8	Imbé	962,08	58,80	19,90	100,00	33,33	100,00	94,70	206,63	187,06
0,512	0,451	3,9	4,1	Pontão	959,29	88,00	13,20	100,00	33,33	100,00	96,30	171,67	155,96
0,531	0,46	4,5	4,1	Monte Alegre Dos Campos	967,12	60,00	18,60	50,00	25,00	50,00	88,60	205,20	177,61
0,515	0,463	5,4	-	Aceguá	887,57	61,90	19,00	100,00	100,00	100,00	94,60	213,89	199,83
0,502	0,47	4,1	-	Muitos Capões	602,41	100,00	20,70	100,00	0,00	100,00	83,10	197,31	174,56
0,552	0,478	4,9	4,3	Capão Bonito Do Sul	1083,24	90,90	12,90	100,00	0,00	50,00	96,10	200,22	181,63
0,571	0,51	4,6	-	Itacurubi	842,78	88,20	12,30	75,00	0,00	100,00	90,50	198,59	180,01
0,599	0,521	5,4	3,1	Boa Vista Do Incra	865,98	61,50	11,70	100,00	50,00	100,00	92,00	217,04	206,31
0,585	0,526	4,4	-	Pinhal Da Serra	938,97	75,00	14,80	50,00	0,00	50,00	97,80	181,96	175,08
1,000	0,907	5,7	5	Viadutos	301,26	78,60	12,40	33,33	0,00	33,33	99,30	217,32	199,66
1,000	0,911	5,4	-	Mata	410,88	82,40	11,60	66,67	0,00	0,00	92,20	216,85	202,31
1,000	0,911	5,8	4,4	Vera Cruz	291,87	49,10	14,30	78,95	21,05	42,11	94,00	232,98	206,20
1,000	0,914	5,1	-	Rodeio Bonito	296,01	50,00	11,50	66,67	0,00	33,33	96,70	206,85	188,47
1,000	0,914	5,3	4,2	Venâncio Aires	212,29	67,60	16,80	55,56	5,56	38,89	90,30	227,36	196,64
1,000	0,918	5,0	4,0	Planalto	285,06	42,90	12,30	100,00	33,33	100,00	95,40	200,55	189,74
1,000	0,918	4,4	-	Lagoa Vermelha	210,72	92,10	14,60	50,00	0,00	100,00	91,20	198,01	169,73
0,963	0,919	6,4	5,2	Nova Petrópolis	294,04	66,70	16,20	100,00	60,00	100,00	94,20	251,45	223,82
1,000	0,925	5,1	3,9	Taquara	256,21	46,40	17,40	81,48	7,41	51,85	92,20	210,89	196,10
1,000	0,933	6,1	-	Cândido Godói	321,35	53,80	12,90	75,00	50,00	75,00	95,00	240,82	213,28

Significado das siglas: DEF_PC: Despesa com Ensino Fundamental Per Capita; DSU: Docentes com ensino Superior.

Fonte: Os autores (2017).