

EFICIÊNCIA NA EDUCAÇÃO: UMA ANÁLISE POR ESCOLA NO RIO GRANDE DO SUL UTILIZANDO O MÉTODO DEA EM DOIS ESTÁGIOS*

Gustavo Saraiva Frio

Doutorando em Economia pelo PPGE/PUCRS

E-mail: gustavo.frio@gmail.com

Adelar Fochezatto

Professor Titular da PUCRS

E-mail: adelar@pucrs.br

Lívia Madeira Triaca

Professora Assistente da FURG

Doutoranda em Economia pelo PPGE/PUCRS

E-mail: liviamtriaca@gmail.com

Eduardo Schirmer Finn

Acadêmico no curso de Ciências Econômicas da PUCRS

Bolsista de Iniciação Científica

E-mail: dudufinn@gmail.com

Jacó Braatz

Doutorando em Economia pelo PPGE/PUCRS

Auditor-Fiscal da Sefaz/RS

E-mail: jacob@sefaz.rs.gov.br

RESUMO: A educação é considerada uma variável chave para explicar o crescimento econômico de países e regiões. Dada a sua relevância para a sociedade, os governos têm destinado parcelas significativas de recursos públicos a essa função. No entanto, os recursos públicos são limitados e devem atender a outras áreas, como a saúde e a segurança. Por isso, é fundamental que se avalie a eficiência desses gastos em termos dos resultados que se esperam deles. O objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência técnica relativa das escolas públicas de ensino básico do Rio Grande do Sul. Para isto, é aplicado o método DEA em dois estágios proposto por Simar e Wilson (2007). No primeiro estágio, são definidos os escores de eficiência de forma não paramétrica e, no segundo, são identificados os determinantes da eficiência através de um modelo de regressão truncada. Os resultados revelam que há um número relativamente pequeno de escolas eficientes e que a desigualdade de renda do município é um determinante negativo da eficiência escolar.

Palavras-chave: Eficiência; Análise Envoltória de Dados (DEA); Educação; Avaliação nacional de alfabetização; Regressão truncada.

Classificação JEL: A10; A21; I21.

EFFICIENCY IN EDUCATION: AN ANALYSIS BY SCHOOL IN RIO GRANDE DO SUL USING DEA METHOD IN TWO STAGES

ABSTRACT: Education is considered a key variable to explain the economic growth of countries and regions. Given its relevance to society, governments have distributed significant portions of public resources to this function. However, public resources are limited and must cover other areas, such as health and security. It is therefore essential to assess the efficiency of these expenditures in terms of expected results. The aim of this study is to evaluate the relative technical efficiency of public primary schools in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. To do so, the two-stage DEA method proposed by Simar and Wilson (2007) is applied. In the first stage the efficiency scores are defined in a non-parametric way and in the second one the efficiency determinants are identified through a truncated regression model. The results show that there is a relatively small number of efficient schools and that the city's income inequality is a negative determinant of school efficiency.

Keywords: Efficiency; Data Envelopment Analysis (DEA); Education; National literacy assessment; Truncated regression.

JEL Codes: A10; A21; I21.

1. Introdução

A educação sempre foi considerada uma variável importante na mensuração do grau de desenvolvimento de países e regiões. Nos últimos anos, ela passou a ganhar ainda mais destaque com o aparecimento dos modelos de crescimento endógeno. Nesses modelos, a educação forma o capital humano, considerado um determinante fundamental do crescimento econômico. Dada sua relevância para a sociedade, os governos têm destinado à educação parcelas consideráveis de recursos públicos. No caso brasileiro, de acordo com a legislação atual, a educação é responsável por pelo menos um quarto do orçamento dos estados (BRASIL, 1996). No entanto, esses recursos são limitados e devem atender a outras áreas igualmente importantes, como a saúde e a segurança, além de custear a própria estrutura pública. Por isso, é fundamental que se avalie a eficiência desses gastos em termos dos resultados que se esperam deles.

Avaliar a eficiência técnica dos gastos em educação básica é uma tarefa complexa, pois envolve informações internas, específicas das escolas, e externas, que representam o contexto socioeconômico no qual as escolas estão localizadas. Esse contexto externo é importante principalmente porque o desempenho dos alunos não depende apenas do esforço da escola, mas também das condições familiares e sociais que fazem parte do cotidiano desses alunos, por isso a necessidade de se usar um método de análise que permita considerar todas essas informações.

Apesar da complexidade envolvida, o estudo da eficiência das escolas públicas de ensino básico se mostra necessário, pois educação deficitária no início da vida escolar pode afetar o desempenho do aluno nas fases escolares posteriores. Os indicadores de qualidade do ensino básico têm melhorado nos últimos anos, como pode ser observado pelas notas do IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica), mas os níveis de aprendizado ainda não estão satisfatórios se comparados com outros países em estágio similar de desenvolvimento. Ademais, dada à heterogeneidade existente nos contextos socioeconômicos em que as escolas operam, é importante que a análise seja feita por escola, retratando de forma mais concreta e detalhada a situação real do problema estudado. Com isso, os resultados podem servir de suporte aos órgãos responsáveis pela gestão da educação, visando ao planejamento e à execução de políticas públicas que busquem melhorar sua eficiência.

Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência técnica relativa de todas as escolas públicas de ensino básico do Rio Grande do Sul. Para isso, é aplicado o método DEA em dois estágios proposto por Simar e Wilson (2007). No primeiro estágio, são definidos os escores de eficiência de

forma não paramétrica e, no segundo, são identificados os determinantes da eficiência através de um modelo de regressão truncada. O modelo tradicional do DEA incorpora apenas variáveis discricionárias na elaboração dos escores de eficiência, não considerando possíveis efeitos de variáveis ambientais (não discricionárias). A modelagem em dois estágios avança em relação ao método tradicional ao considerar a contribuição de variáveis discricionárias e não discricionárias na formação dos escores de eficiência. Modelos em dois estágios são utilizados pela literatura de eficiência no Brasil e no mundo (RAY, 1991; SUTHERLAND; PRICE; GONAND, 2007; AGASISTI, 2013; TROMPIEIRI NETO et al., 2014; MARLIN; SOHN, 2016; WANKE et al., 2016; GRAMANI, 2017). As informações utilizadas no estudo são da Avaliação Nacional de Alfabetização (ANA) e do Censo Escolar, ambas do INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira). Como a avaliação é censitária, é possível compatibilizar ambos os bancos de dados e avaliar todas as 1011 escolas participantes. Este é um estudo inédito, pois não foram encontrados trabalhos similares que tenham considerado todas as escolas estaduais gaúchas e nem que tenham usado informações oriundas da ANA.

Atualmente, o estado do Rio Grande do Sul passa por uma crise financeira sem precedentes. O desequilíbrio nas contas públicas, evidenciado por sucessivos déficits orçamentários, leva o governo do estado a atrasar salários de servidores e a renegociar dívidas. Os dados apresentados no Balanço Geral mostram um déficit de R\$ 4,9 bilhões em 2015 (em valores nominais), quase três vezes o valor apresentado em 2014. Apesar das dificuldades financeiras, neste mesmo ano, o Estado apresentou uma marca histórica na educação. O governo registrou 33,7% de sua receita corrente líquida em aplicação na educação, alcançando um montante de R\$8,84 bilhões de gasto no setor. Dado o contexto atual vivenciado pelo Estado do Rio Grande do Sul, análises de eficiência dos gastos públicos tornam-se fundamentais em todas as áreas do governo. Este estudo busca contribuir neste sentido ao analisar a eficiência do gasto público no ensino básico gaúcho.

Este trabalho está organizado em mais quatro seções, além desta introdução. A segunda seção revisa a literatura corrente sobre avaliação da eficiência dos gastos em educação. A terceira seção descreve o método DEA em dois estágios, bem como a fonte e o tratamento dos dados utilizados. A quarta seção apresenta e discute os resultados. Por fim, a última seção traz os comentários finais.

2. Revisão da literatura

Muitos são os estudos empíricos, tanto em nível internacional quanto para a economia brasileira, que avaliam os efeitos do capital humano sobre o crescimento e o desenvolvimento regional. Esses estudos usam modelos de crescimento que enfatizam o capital humano como um fator de produção regional e têm como referência principal o modelo de Lucas (1988). Nestes modelos, o capital humano aumenta diretamente a produtividade, e também indiretamente, via externalidades criadas pelos *spillovers* de conhecimento. Os trabalhos de Lau et al. (1993), Barbosa Filho et al. (2010) e Fraga e Bacha (2013) destacam-se para o contexto brasileiro.

Com base em dados dos estados brasileiros em 1970 e 1980, Lau et al. (1993) estimaram uma função que relaciona a produção real agregada de cada estado ao capital, mão de obra, educação (número médio de anos de educação dos empregados). Os autores verificaram que um ano adicional de educação média por pessoa da força de trabalho aumenta a produção real em aproximadamente 20%. Das quatro fontes de crescimento do modelo usado, o progresso técnico (produtividade total dos fatores) é o mais importante, representando aproximadamente 40% do crescimento da produção brasileira na década de 1970, seguido pelo capital humano, representando aproximadamente 25%. O capital físico e o trabalho juntos representam o restante.

Barbosa Filho et al. (2010) analisaram a evolução da Produtividade Total dos Fatores (PTF) para a economia brasileira no período de 1992 a 2007. Uma das principais contribuições do artigo é a construção de uma medida de capital humano que considera a evolução da participação dos diversos níveis de escolaridade e da experiência do trabalhador no total de horas trabalhadas e a variação da sua produtividade ao longo do tempo. Seus resultados indicaram que a PTF aumentou apenas 11,3%

entre 1992 e 2007, contribuindo para aproximadamente 22,9% do crescimento do PIB (Produto Interno Bruto) do período. Outro resultado importante do estudo é que o capital humano da força de trabalho no Brasil manteve-se praticamente constante no período analisado.

Fraga e Bacha (2013) estudaram a relação entre o capital humano das pessoas empregadas, a abertura comercial e o crescimento econômico dos estados brasileiros no período de 1995 a 2006. Eles usaram dados em painel dinâmico para estimar dois modelos teóricos, o de Solow estendido e outro com progresso tecnológico endógeno. Em relação ao capital humano, seus resultados indicaram que o aumento de um ano no nível médio da escolaridade dos trabalhadores gera um aumento entre 0,06 p.p. e 0,07 p.p. na taxa de crescimento do PIB *per capita* dos estados.

Dado que a educação é importante para o crescimento e desenvolvimento, é importante avaliar a eficiência dos recursos aplicados nessa função. Entre os métodos disponíveis para mensurar a eficiência, um dos mais usados é o método DEA. Ele é amplamente utilizado para aferir a eficiência relativa em várias áreas da economia, tanto no setor público quanto no privado. A educação é uma das áreas com maior número de estudos aplicados usando esse método, tanto no contexto internacional quanto no nacional.

No contexto internacional, destaca-se Sutherland, Price e Gonand (2007), cujo objetivo foi fazer uma comparação, entre os países membros da OECD (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), da eficiência do gasto público em educação primária e secundária, aproveitando os resultados do PISA (*Programme for International Student Assessment*) como principal variável de produto. Os autores utilizaram como insumos variáveis de gasto por aluno, número de docentes e disponibilidade de computador. Como variáveis não discricionárias, ou ambientais, construíram um indicador de *background* socioeconômico do aluno. Entre os resultados encontrados pelos autores, o *background* socioeconômico é o que mais influencia o desempenho dos alunos. As estimativas do DEA dos autores sugerem que o esforço para eliminar a ineficiência nas escolas medianas na Coreia e no Japão é relativamente baixo, enquanto em países como Grécia, Hungria, Islândia, Luxemburgo, Noruega e Estados Unidos é requerido um esforço mais substancial.

Mancebon e Molinero (2000) usaram dados para avaliar a eficiência das escolas primárias do condado de Hampshire, na Inglaterra. Foi realizado um exercício usando o DEA em dois estágios orientados para o produto em 176 escolas. Algumas variáveis socioeconômicas foram essenciais para explicar os resultados de eficiência de algumas das escolas analisadas; a orientação religiosa teve efeito direto sobre seu nível de eficiência (escolas da igreja Anglicana tendem a ser mais eficientes). Também teve efeito direto e positivo a influência parental. Finalmente, a taxa de abandono da escola apresentou coeficiente negativo quando relacionada com a eficiência.

Com uma amostra aleatória de 2000 escolas chilenas, Mizala et al. (2002) estudaram a eficiência através de duas metodologias: DEA de fronteira estocástica e não estocástica. Os melhores índices de eficiência, nos dois modelos, foram atribuídos às escolas particulares pagas (havendo na amostra escolas particulares subsidiadas e escolas públicas). A fronteira estocástica apresentou uma diferença menor nos escores de eficiência entre as escolas públicas e as particulares subsidiadas do que a não estocástica. Entretanto, no DEA não estocástico, o segundo tipo de escola apresentou um nível maior de eficiência.

Para estudar a eficiência técnica de 58 escolas dos seis distritos de Beijing, na China, Hu et al. (2009) valem-se de um modelo DEA não estocástico. Os autores usaram os seguintes insumos: razão de professores por aluno, experiência dos professores, variáveis de salários, gasto por aluno e número de livros na biblioteca por aluno. Os principais produtos foram os resultados em testes de língua chinesa, língua inglesa e matemática. Os autores concluíram que o desempenho nas provas de língua chinesa e matemática é o que mais impacta nos resultados de eficiência. Em suma, os autores apontam que as escolas nos principais distritos da cidade têm escore de eficiência menor do que nos outros distritos, mesmo recebendo maior volume de insumos financeiros.

Na literatura nacional, diversos trabalhos buscaram analisar a eficiência dos gastos educacionais, através da análise envoltória de dados, em diferentes níveis de ensino e unidades

federativas do país. Rosano-Peña et al. (2012) testaram a hipótese de eficiência dos gastos públicos em educação para os municípios do estado de Goiás. Os autores, com dados da rede municipal de educação para ensino fundamental no período de 2005 a 2009, encontraram um nível de ineficiência global de aproximadamente 67,5%. Também para o mesmo nível de ensino, Silva e Almeida (2012) mensuram a eficiência na utilização dos recursos do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental (FUNDEF) para os municípios do Rio Grande do Norte. Os autores observaram que o gasto, via de regra, é ineficiente, encontrando apenas 15 municípios eficientes.

Savian e Bezerra (2013) analisaram a eficiência dos gastos educacionais para as séries iniciais do ensino fundamental do estado do Paraná, utilizando dados de 2005 e 2009. Os resultados observados sugerem que a maioria dos municípios paranaenses é ineficiente na provisão educacional, indicando também que os municípios com melhor desempenho econômico não são necessariamente os mais eficientes.

Em um estudo similar, também para o ensino fundamental, Wilbert e D'Abreu (2013) testam a eficiência dos gastos educacionais para os municípios de Alagoas, utilizando dados de 2007 e 2011. Os resultados encontrados, geralmente, foram inversamente proporcionais às condições iniciais, ou seja, os melhores resultados de eficiência foram os dos municípios que gastaram pouco, tinham baixo nível educacional e um nível inferior de riqueza em relação aos demais.

Através de uma abordagem em dois estágios, Delgado e Machado (2007) avaliaram a eficiência das escolas estaduais de Minas Gerais no ensino fundamental e no ensino médio. Os resultados mostram que variáveis de infraestrutura escolar e das condições familiares dos alunos desempenham um papel fundamental na formação do escore de eficiência. Os autores encontram, também, que as escolas localizadas nas mesorregiões do estado, onde há mais abundância de recursos educacionais, possuem maior chance de ser mais eficientes, porém relatam a existência de bons exemplos de desempenho em regiões mais carentes. Em outro estudo similar, Delgado (2008) realiza essa mesma análise ao nível de municípios do estado de Minas Gerais e encontra os resultados semelhantes aos de Delgado e Machado (2007).

Scarpin et al. (2012) testam a hipótese de eficiência dos gastos públicos municipais com educação para o estado de Santa Catarina. Com dados do sistema Finanças Brasil e do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), os autores concluíram que apenas 12% dos municípios catarinenses são eficientes, porém 80% estão com eficiência acima de 50%. Cabe destacar ainda que os municípios com maior eficiência tendem a ser os menores. Este resultado é similar ao observado para os municípios paranaenses. Macêdo et al. (2015) encontraram eficiência educacional principalmente em municípios pequenos do Paraná, com menos de 30 mil habitantes.

Estudos como os de Diel et al. (2014) e Gonçalves e França (2013) realizam a análise de eficiência dos gastos públicos educacionais no âmbito nacional. Diel et al. (2014) fazem tal exercício nos municípios brasileiros com 100.000 habitantes ou mais. Os resultados observados pelos autores corroboram os achados de Scarpin et al. (2012) e Macedo et al. (2015): poucos municípios, com 100.000 habitantes ou mais, conseguem ser eficientes ou próximos disso.

Gonçalves e França (2013) testaram a eficiência dos gastos municipais em educação para todos municípios do Brasil, utilizando um procedimento em três estágios. Diferentemente dos resultados observados por Scarpin et al. (2012), Macedo et al. (2015) e Diel et al. (2014), os autores encontraram uma relação em formato de U entre o tamanho dos municípios e a eficiência dos gastos, ou seja, de fato, os municípios pequenos conseguem gerir melhor os seus gastos, porém os municípios maiores se aproveitam de economias de escala.

Silva e Almeida (2012) mensuraram a eficiência dos municípios do Rio Grande do Norte com base nos recursos do FUNDEF (Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e Valorização do Magistério). Os autores usam duas metodologias, *Free Disposal Hull* (FDH) e DEA, para os dados de 2005. Após rodados tais modelos, utilizaram a metodologia Tobit para uma estimativa de uma função de ineficiência. Os resultados encontrados demonstraram que o nível de escolaridade do prefeito do município, a coligação do prefeito com o partido estadual, a participação dos conselhos municipais de educação, a localização em zona urbana e o alto nível do PIB municipal

afetam a eficiência de forma positiva. Todavia, a densidade populacional apresentou coeficiente negativo em relação à eficiência.

No geral, a grande maioria das evidências nacionais observa níveis elevados de ineficiência, demonstrando assim a dificuldade dos gestores públicos em alocar de forma eficiente os recursos disponíveis. Essas dificuldades ficam evidentes quando são analisadas as estatísticas de desempenho educacional do Rio Grande do Sul. Apesar de o estado figurar constantemente entre os estados com maiores índices de desenvolvimento humano, nos últimos anos vem encontrando dificuldades em alcançar as metas estabelecidas pelo Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), apresentando um desempenho abaixo da meta estabelecida pelo IDEB nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio. Sendo assim, o presente estudo segue a linha dos trabalhos citados acima e busca analisar, utilizando uma metodologia DEA em dois estágios, a eficiência técnica das escolas públicas de ensino básico do Rio Grande do Sul.

3. Metodologia

3.1. Primeiro estágio

No primeiro estágio da análise, utiliza-se o método DEA¹. Na forma como é usado atualmente, este método foi desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), na versão com retornos constantes de escala, conhecido como DEA-CCR, e depois aprimorado por Banker, Charnes e Cooper (1984), que criaram a versão com retornos variáveis de escala, chamado de DEA-BCC. O método consiste em definir uma fronteira de eficiência entre o uso de múltiplos insumos e a produção de múltiplos produtos. O modelo tem algumas vantagens, como o fato de formar uma curva de eficiência, auxiliando cada Unidade de Tomada de Decisão² (DMU) a definir ações para chegar à eficiência. A origem desse método, no entanto, é o trabalho seminal de Farrell (1957), que mostrou como o conceito de eficiência poderia ser aplicado aos dados concretos para calcular indicadores de eficiência relativa.

Baseado em Charnes, Cooper e Rhodes (1978), as principais características do método DEA são as seguintes: a) não exige a conversão das variáveis analisadas em unidades monetárias; b) permite a avaliação de variáveis em unidades de medidas diferentes; c) caracteriza cada DMU como eficiente ou ineficiente através de uma única medida, resumo de eficiência; d) os índices de eficiência são baseados em dados reais e não em fórmulas teóricas; e) possibilita a observação de unidades eficientes de referência para aquelas assinaladas como ineficientes e a verificação de valores ótimos de produção e de consumo, respeitando suas restrições; f) não faz julgamentos *a priori* sobre os valores das ponderações dos *recursos* e dos *produtos* que levariam ao melhor nível de eficiência; g) enfatiza preferencialmente as observações individuais e não os valores médios ou estatisticamente estimados; e h) pode considerar variáveis de preferência de avaliadores e gestores.

Como desvantagem, o DEA não incorpora erros estocásticos e, em virtude disso, a fronteira de eficiência fica suscetível a erros de medida e se torna impossível estabelecer relações de causa e efeito entre as variáveis (MARINHO, 1998). Em razão de ser um método não paramétrico, há dificuldade em submeter seus resultados a testes estatísticos e tais resultados são específicos para o conjunto analisado. É um excelente método para análise de eficiência relativa, porém é limitada sua conversão para eficiência absoluta (BHAT et al., 2001).

De maneira simplificada, a eficiência é dada pela razão entre os produtos e os insumos (E), conforme a equação a seguir:

$$E = \frac{\text{Produtos}}{\text{Insumos}} \quad (1)$$

¹ A sigla vem de *Data Envelopment Analysis*.

² Tradução livre de *Decision Making Units*.

Para mais de um insumo e de um produto, essa equação deve ser redefinida para:

$$E = \frac{\text{Produto}_1 + \text{Produto}_2 + \dots + \text{Produto}_n}{\text{Insumo}_1 + \text{Insumo}_2 + \dots + \text{Insumo}_n} \quad (2)$$

Dado que as grandezas de insumos e produtos são diferentes, é necessário definir pesos diferentes para cada insumo e cada produto.

O modelo com Retornos Constantes de Escala (CCR) possibilita medir a eficiência através da maximização da soma dos produtos ponderados em razão da soma dos insumos ponderados. Conforme Charnes et al. (1978), o resultado dessa equação deve ser igual ou menor do que 1, assim:

$$E = \frac{\text{Produto}_1 * \text{Peso}_1 + \text{Produto}_2 * \text{Peso}_2 + \dots + \text{Produto}_n * \text{Peso}_n}{\text{Insumo}_1 * \text{Peso}_1 + \text{Insumo}_2 * \text{Peso}_2 + \dots + \text{Insumo}_n * \text{Peso}_n} \leq 1 \quad (3)$$

De maneira compacta, a equação fica:

$$E = \frac{\sum_i u_i Y_i}{\sum_j v_j X_j} \leq 1 \quad (4)$$

em que Y_i é o produto i , X_j é o insumo j e u_i e v_j são os respectivos pesos. Para obter os pesos, é feita a otimização matemática com restrições, ambos são maiores que zero e o modelo tem, por pressuposto básico, que nenhum E será maior do que um.

Como cada DMU possui um escore diferente, os resultados são eficientes quando o escore é igual a 1. As DMUs com escores menores que 1 são consideradas ineficientes. A partir disso, é possível montar uma curva de eficiência em que as DMUs que estiverem sobre a linha (fronteira) são consideradas eficientes e as que não estiverem sobre a linha são consideradas não eficientes.

Com os resultados apontados pelo DEA, cada DMU pode traçar metas para chegar a resultados eficientes como, por exemplo, minimizar o uso de recursos, dado o nível de produção, ou maximizar os resultados, dados os níveis de insumos utilizados.

O modelo com Retornos Variáveis de Escala (BCC) pressupõe a existência de retornos crescentes e decrescentes de escala. O modelo com retornos variáveis de escala tem as DMUs eficientes em nível abaixo ou igual aos do modelo com retornos constantes de escala. Só haverá igualdade quando uma curva interseccionar a outra. Em geral, o modelo BCC tem mais DMUs eficientes do que o CCR e o uso combinado dos dois modelos possibilita fazer uma decomposição da ineficiência em duas fontes de ineficiência, técnica e de escala.

A principal crítica que é feita em relação ao método DEA (não paramétrico) é que ele define a fronteira a partir dos próprios dados, com o que as medidas de eficiência derivadas refletem a eficiência relativa de cada unidade avaliada em relação às outras unidades que fazem parte daquela amostra particular. Assim, *outliers* nos dados podem alterar o formato da fronteira e distorcer os escores de eficiência. Além disso, como os resultados são relativos, não podem ser comparados ao longo do tempo.

3.2. Segundo estágio

O método para o segundo estágio foi desenvolvido por Simar e Wilson (2007). O modelo, basicamente, utiliza um modelo de regressão para dados truncados³ repetido L vezes, com *bootstrap*. Essa medida visa eliminar possíveis vieses da estimação. Os resultados apresentados neste artigo foram encontrados com base em 5000 repetições (HAIR et al., 2011).

O segundo estágio consiste nos escores do DEA regredidos contra variáveis não discricionárias para entender em que sentido essas variáveis afetam o escore e, com os controles

³ Uma extensão do método Probit para dados que possuem truncagem à direita, à esquerda ou nos dois lados.

adicionados, perceber quais são as DMU's realmente eficientes. Variáveis não discricionárias são variáveis que não podem ser mudadas, pelo menos no curto prazo, pelos gestores.

3.3. Dados

Os dados foram obtidos a partir do Censo Escolar, da ANA e do Atlas do Índice de Desenvolvimento Humano. O Censo Escolar possui informações desde 1995 e nele constam diversos dados sobre a situação da escola e sua estrutura de turmas e professores e seus dados socioeconômicos.

A Avaliação Nacional de Alfabetização é uma avaliação externa que objetiva aferir os níveis de alfabetização e letramento em Língua Portuguesa (leitura e escrita) e Matemática dos estudantes do 3º ano do Ensino Fundamental das escolas públicas. As provas aplicadas aos alunos fornecem três resultados: desempenho em leitura, desempenho em matemática e desempenho em escrita. A ANA foi realizada pela primeira vez em 2014 pelo INEP (em 2013 foi realizado um projeto piloto, porém os dados não estão disponíveis), sendo censitária para os alunos do terceiro ano. Para escolas multisseriadas⁴, a prova é aplicada apenas para uma amostra de alunos. Além dos testes de desempenho, a avaliação apresenta em sua primeira edição as seguintes informações contextuais: Indicador de Nível Socioeconômico (a nível escolar, calculado a partir de questionários para alunos em alguns testes a nível nacional, como a própria ANA) e Indicador de Formação Docente da escola.

O Atlas do Índice de Desenvolvimento Humano para a população do país é divulgado a cada 10 anos com base no Censo Demográfico e é um esforço conjunto de três instituições: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada e Fundação João Pinheiro. Ele possui cerca de 200 variáveis diferentes que sintetizam os resultados do Censo. O Atlas está disponível em três edições diferentes (dos Censos de 1990, 2000 e 2010). Dele serão extraídas informações para o segundo estágio do método utilizado neste artigo.

A Tabela 1 apresenta a descrição das variáveis que serão utilizadas com algumas de suas estatísticas descritivas. Note que tal tabela está dividida em três partes, a saber: a primeira é referente aos insumos, a segunda se refere aos produtos e, por fim, a terceira, com as variáveis não discricionárias ou ambientais, refere-se ao segundo estágio.

É possível perceber que a grande maioria das escolas possui sala dos professores e biblioteca e está, majoritariamente, em perímetro urbano e no interior do estado. O número de computadores médio por escola é de 28. Pelo menos uma escola possui apenas 4 computadores e outra 152. O número médio de funcionários é de aproximadamente 48, porém pelo menos uma escola possui apenas 5 e outra 160. Essas amplitudes, conjuntamente com os desvios-padrão, mostram que existe grande heterogeneidade entre as escolas em relação aos seus insumos.

O mesmo não é observado para os produtos, com exceção do número de alunos, os resultados observados para os testes de matemática e língua portuguesa (objetivo e dissertativo) apresentam pouca variação entre as escolas, demonstrando uma homogeneização dos produtos. A média da prova de língua portuguesa objetiva é de 537,79 pontos, sendo que esse valor varia entre 406,44 e 643,39. A prova que envolve questões dissertativas de língua portuguesa possui a menor média: 532,19. Nesta prova, as notas variam entre 401,69 e 621,95. A maior média, por sua vez, está na prova de matemática, com 540,83 pontos. Esta prova possui, também, a maior nota, 668,06 pontos. Dentre as notas baixas, ela está entre o mínimo de língua portuguesa dissertativa e o mínimo de língua portuguesa objetiva, com nota mínima igual a 402,69.

A maior parte dos municípios onde as escolas se situam têm nível socioeconômico considerado médio-alto ou alto (totalizando 87,34% nesses dois grupos), não existindo nenhum considerado baixo ou muito baixo. O IDH-M (Índice de Desenvolvimento Humano por Município) tem valor médio de 0,73, um máximo de 0,805 e um mínimo de 0,587. O índice de Gini médio é de 0,49, tem um mínimo de 0,29 e um máximo de 0,68. A média das variáveis socioeconômicas é ponderada pelo número de escolas na cidade.

⁴ A ANA, no entanto, não informa quais são as escolas multisseriadas.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na análise

Variável	Descrição	Média	Desvio-Padrão	Mín	Máx	Fonte
Insumos						
SALA_PROFESSOR	1 – Possui sala de professores 0 – Caso contrário	96,02% 3,98%	0,19536	0	1	CENSO ESCOLAR
LAB_CIÊNCIAS	1 – Possui laboratório de ciências 0 – Caso contrário	57,85% 42,15%	0,49401	0	1	CENSO ESCOLAR
BIBLIOTECA	1 – Possui biblioteca 0 – Caso contrário	94,76% 5,24%	0,22282	0	1	CENSO ESCOLAR
Nº PCs	Número de computadores disponíveis na escola	28,08	15,136	4	152	CENSO ESCOLAR
Nº FUNCIONÁRIOS	Número de funcionários da escola	47,8	25,429	5	160	CENSO ESCOLAR
Produtos						
Nº ALUNOS	Número de alunos da escola	33,57	19,9	10	168	CENSO ESCOLAR
MÉDIA_LPO	Média na prova objetiva de língua portuguesa	537,79	39,872	406,44	643,39	ANA
MÉDIA_LPD	Média na prova dissertativa de língua portuguesa	532,19	36,704	401,69	621,95	ANA
MÉDIA_MT	Média na prova de matemática	540,83	45,244	402,29	668,06	ANA
Não discricionárias						
SOCIOECONÔMICO	Nível socioeconômico da escola					
	Médio-Baixo ⁵	0,49%				
	Médio	11,28%	0,67530	10	14	ANA
	Médio-Alto	52,82%				
	Alto	34,52%				
LOCALIZAÇÃO	Muito Alto	0,89%				
	1 – Zona Urbana	91,97%	0,27191	0	1	ANA
ÁREA	0 – Zona Rural	8,03%				
	1 – Capital	8,57%	0,28010	0	1	ANA
E_ESTUDOS18	0 – Interior	91,43%				
	Expectativa de anos de estudo aos 18 anos	10,11	0,60257	7,95	12,11	ATLAS IDH-M
GINI	Índice de desigualdade	0,49	0,05894	0,29	0,68	ATLAS IDH-M
IDH-M	Índice de Desenvolvimento Humano por Município	0,73	0,04165	0,587	0,805	ATLAS IDH-M

Fonte: Elaboração dos autores com base nos dados da ANA e do Censo Escolar 2014 e do Atlas do IBGE do Censo de 2010.

⁵ Nenhuma escola é considerada de nível socioeconômico Baixo ou Muito Baixo.

Embora haja uma diferença temporal entre as informações de insumos e produtos das escolas, que são de 2014, e de IDH-M, índice de Gini e expectativa de anos de estudo, que são de 2010, acredita-se que os resultados não teriam sido muito diferentes caso as informações fossem contemporâneas. Primeiro porque os valores dessas três últimas variáveis não costumam variar muito ao longo do tempo e, segundo, porque essas variáveis foram usadas apenas no segundo estágio da análise.

4. Resultados

Após estimar o DEA robusto (100 estimações através do método *bootstrap*), é estimada uma regressão truncada no segundo estágio, que consiste em testar como as variáveis ambientais afetam o nível de eficiência gerado pelo método DEA. Os resultados, estimados pelo método de Simar e Wilson (2007), com 5000 repetições para o *bootstrap*, como sugerido por Hair et al., (2011), estão na Tabela 2.

A variável área, que se refere à capital ou ao interior, é significativa ao nível de 1%. Ela indica que estar no interior reduz as chances de a escola estar entre as mais eficientes. A variável localização, também significativa ao nível de 1%, e também binária (assume 1 em caso de estar na zona urbana), mostra que escolas localizadas na zona urbana possuem menor probabilidade de estarem entre as escolas mais eficientes.

Ainda sobre a Tabela 2, o índice de Gini, com coeficiente positivo e significativo, ainda que a 5%, mostra que quanto mais desigual a cidade onde a escola se situa, maior a probabilidade de a escola ser ineficiente. O resultado que deve ser salientado é sobre o IDH-M. O coeficiente, significativo a 5%, mostra que quanto maior o índice de desenvolvimento do município em que a escola está situada, maior a probabilidade de ela estar entre as ineficientes. Isso significa dizer que se esperaria mais das escolas desse contexto socioeconômico. Dito de outra maneira, não faz diferença a escola estar em situação de baixo ou alto índice de desenvolvimento.

Tabela 2 – Influência das variáveis ambientais sobre a eficiência

Variável	Coefficiente	Desvio-Padrão	Z
CONSTANTE	-6,7926**	2,983	-2,28
ÁREA	-1,6073*	0,369	-4,35
LOCALIZAÇÃO	2,0413*	0,531	3,84
NSE ⁽¹⁾ MÉDIO	2,0946	2,282	0,92
NSE MÉDIO-ALTO	2,1034	2,282	0,92
NSE ALTO	1,1564	2,287	0,51
NSE MUITO ALTO	-1,2862	2,831	-0,45
E ⁽²⁾ _ESTUDOS18	-0,0396	0,131	-0,30
GINI	2,9383**	1,493	1,97
IDH-M ⁽³⁾	6,0036**	2,421	2,48
OBSERVAÇÕES	1011		
SIGMA	1,7237*	0,073	23,537

Nota: ⁽¹⁾ Nível Socioeconômico, ⁽²⁾ Expectativa de anos de estudo aos 18 anos, ⁽³⁾ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. *Significante a 1%. **Significante a 5%.

Fonte: Elaboração dos autores.

A Tabela 3 mostra a quantidade de escolas por intervalo do modelo DEA, corrigido o viés amostral e controlado pelas variáveis não discricionárias e de ambiente. A escala de eficiência foi gerada a partir dos resultados, porém o nível de eficiência foi decidido arbitrariamente. Nenhuma escola possui escore igual a 1, pois a correção proposta por Simar e Wilson (2007) prevê que isso pode acontecer após ser feita a regressão contra as variáveis ambientais e não discricionárias.

Existe um grande número de escolas não eficientes e elas representam 75,97% da amostra total. As escolas eficientes ou quase eficientes representam apenas 24,03%. O nível de ineficiência intermediário concentra aproximadamente 79% das escolas. Como é usado o modelo orientado a produtos, ele mostra que as escolas podem melhorar significativamente seus resultados, mesmo mantendo a quantidade de insumos constante.

Para a Tabela 3, foi calculado o valor inverso do escore de eficiência inicial, logo os escores variam de 0 até 1, sendo valores muito próximos de 0 muito ineficientes e muito perto de 1 (ou igual a unidade) considerados eficientes.

Tabela 3 – Número de escolas por intervalo de eficiência

Intervalo	Eficiência	Nº de Escolas	Freq. Relativa
[0 - 0,25)	Ineficiente	189	18,7%
[0,25 - 0,5)	Quase-Ineficiente	579	57,27%
[0,5 - 0,75)	Quase-Eficiente	220	21,76%
[0,75-1]	Eficiente	23	2,27%
Total		1011	

Fonte: Elaboração própria.

Com base no segundo estágio do método, é possível analisar as características das escolas mais eficientes e das escolas menos eficientes (Tabela 4). A escola mais eficiente, por exemplo, tem resultados piores do que as escolas que estão em segundo e terceiro lugar, porém ela usa menos insumos, possui uma estrutura menor.

Das outras quatro escolas eficientes, é notável que apenas uma possui laboratório de ciências, todas possuem sala para professores e as notas variam bastante. A escola em terceiro lugar, por exemplo, possui notas de português objetiva e de matemática muito acima das demais eficientes, mas tem menos alunos e despense maior gasto com funcionários.

Em relação às cinco escolas menos eficientes, é possível notar que todas possuem computadores, laboratório de ciências e biblioteca. As cinco piores escolas possuem uma média de mais de 111 computadores disponíveis, cerca de 3,3 por aluno, e possuem entre 96 e 133 funcionários. Seus resultados não chegam a 600 pontos em matemática, bem como em português, tanto na prova objetiva quanto na prova dissertativa. Além de altamente custosas, tais escolas não possuem resultados tão expressivos, levando sua eficiência para baixo.

Tabela 4 – Características das escolas por ranking de eficiência

Rank	Sala de professores	Lab. de Ciências	Biblioteca	Nº PCs	Nº Funcionários	Nº Alunos	Média LPO ⁽¹⁾	Média LPD ⁽²⁾	Média Mt ⁽³⁾
1º	1	0	0	15	12	26	502,92	547,45	517,45
2º	1	0	1	27	13	23	603,56	618,05	631,24
3º	1	1	1	8	31	19	643,39	593,08	644,59
4º	1	0	0	10	12	20	522,39	557,06	512,91
5º	1	0	1	15	14	25	586,24	573,92	582,08
50º	1	0	1	27	20	45	596,63	590,6	578,39
100º	1	0	1	12	31	27	538,52	497,69	569,62
200º	1	1	1	13	50	26	558,99	556,69	584,34
300º	1	1	1	18	45	12	585,1	558,73	553,01
400º	1	0	1	19	41	25	539,99	515,96	548,35
500º	1	1	1	49	97	118	502,06	520	504,1
600º	1	1	1	24	73	59	510,44	514,92	513,65
700º	1	1	1	36	80	73	566,72	576,32	569,86
800º	1	1	1	35	54	37	555,39	562,02	582,04
900º	1	1	1	44	70	34	597,29	552,29	546,7
1000º	1	1	1	75	106	31	576,34	563,64	607,8
1007º	1	1	1	67	133	36	547,4	526,55	549,63
1008º	1	1	1	149	96	27	550,2	539,62	570,86
1009º	1	1	1	77	118	17	578,73	521,43	567,64
1010º	1	1	1	152	130	58	584,51	564,03	592,61
1011º	1	1	1	112	131	31	541,14	518,2	549,23

Nota: ⁽¹⁾ Média em Língua Portuguesa Objetiva, ⁽²⁾ Média em Língua Portuguesa Dissertativa, ⁽³⁾ Média em Matemática.

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 5 possui a média dos insumos e dos produtos por nível de eficiência. É possível perceber que quanto maior o nível médio de eficiência, menor a quantidade de computadores e funcionários, em média, nas escolas. Para a variável número de alunos (*output*), a relação é inversa. Os resultados apresentados para as escolas demonstram que, mesmo com uma estrutura menor e um maior número de alunos, é possível alcançar uma maior eficiência. Além disso, a quantidade de escolas com laboratório de ciências (*input*) tem relação inversa com o nível de eficiência.

Tabela 5 – Características das escolas por nível de eficiência (valores médios)

Escores	Sala de professores	Lab. de Ciências	Biblioteca	Nº PCs	Nº Funcionários	Nº Alunos	Média LPO ⁽¹⁾	Média LPD ⁽²⁾	Média Mt ⁽³⁾
Ineficientes	1	0,94	0,96	50,85	83,49	36,4	546,51	534,53	549,18
Quase ineficientes	0,98	0,66	0,97	27,2	48,05	33,91	536,93	531,67	540,76
Quase eficientes	0,92	0,28	0,95	17,97	31,17	36,6	539,43	532,43	539,5
Eficientes	0,95	0,21	0,82	14,87	23,43	41,82	528,74	529,59	529,12

Fonte: Elaboração própria.

As maiores médias de notas estão no grupo de ineficientes, porém esse grupo recebe maior quantidade de insumos, essa é uma explicação de por que eles são considerados ineficientes, além do efeito corrigido das variáveis ambientais e não discricionárias. Pode-se dizer que o fato de ter mais computadores e mais funcionários está se revertendo em melhor desempenho das escolas, porém em taxas decrescentes, levando-as a menor eficiência.

Cabe destaque que os resultados corroboram diversos resultados brasileiros que encontram maior eficiência em escolas situadas em municípios pequenos⁶, a saber: Savian e Bezerra (2013), Scarpin et al. (2012) e Wilbert e D'Abreu (2013). É possível perceber, quando estimado por grupos de eficiência, que as escolas mais eficientes possuem o menor número de computadores, de funcionários, de laboratórios de ciências e de biblioteca. As quase eficientes são as que possuem menor porcentagem de sala de professores e, depois das eficientes, são as que possuem menor média de número de computadores e funcionários.

5. Considerações finais

O presente artigo teve por interesse avaliar a eficiência técnica relativa de todas as escolas públicas de ensino básico do Rio Grande do Sul. Os resultados obtidos permitem constatar, primeiramente, a existência de diferenças significativas nos indicadores de eficiência entre as escolas. Relacionado a isso, os resultados mostraram que um subconjunto restrito das escolas, em torno de um quarto, formou o grupo de unidades eficientes ou quase eficientes.

As escolas mais eficientes tendem a ser relativamente menores em termos de estrutura. Comparando as cinco escolas mais eficientes com as cinco menos eficientes, as primeiras têm em média 22,6 alunos e as segundas 33,8. Além disso, as escolas mais eficientes têm menos computadores e funcionários, tanto em termos absolutos quanto em termos relativos: enquanto as cinco escolas mais eficientes possuem 0,6 computadores e 0,7 funcionários por aluno, as cinco menos eficientes possuem 3,3 computadores e 3,6 funcionários por aluno. Por outro lado, as cinco escolas mais eficientes obtiveram maiores pontuações (entre 2% e 7%) nas três provas: matemática, língua portuguesa objetiva e língua portuguesa dissertativa.

Em relação às variáveis externas às escolas, os resultados mostram que as unidades localizadas no interior (em relação à capital) e em zonas urbanas (em relação às zonas rurais), têm menores probabilidades de estar entre as unidades consideradas eficientes. Além disso, unidades escolares localizadas em municípios com alta desigualdade social, representada pelo índice de Gini, também tendem a ter menor probabilidade de estar entre as unidades eficientes.

Um resultado surpreendente foi o do IDH-M. Esperava-se que escolas localizadas em municípios com maior grau de desenvolvimento apresentassem maiores probabilidades de estar entre as eficientes. No entanto, foi encontrado o contrário. Considerando que o método compara as escolas, controlando pelos seus respectivos conjuntos de insumos e produtos e seus contextos socioeconômicos, uma explicação possível para esse resultado é que as escolas localizadas onde o IDH-M é relativamente maior deveriam mostrar melhores desempenhos do que estão mostrando. Dito de outra maneira, não há efeito de a escola estar localizada em municípios com baixo ou alto índice de desenvolvimento.

Como este é o primeiro estudo censitário com dados da ANA, os resultados se tornam importantes para o estado avaliar como pode melhorar o desempenho de seus alunos nos anos iniciais, base da educação e primeiro passo para melhorar o desempenho em outras avaliações nacionais e internacionais, como o PISA, a Prova Brasil e o ENEM. Assim, os resultados atestam a importância deste método para auxiliar na gestão dos recursos públicos. Ele oferece um panorama geral do uso dos recursos e ajuda a estabelecer prioridades de ação visando à melhoria da qualidade dos gastos públicos. O gestor público pode estabelecer as metas e monitorar os resultados das escolas relativamente menos eficientes. Além disso, pode realocar

⁶ Como aqui são utilizadas escolas, adaptamos o resultado para escolas.

recursos financeiros e humanos de unidades que apresentaram folgas para outras unidades com escassez desses recursos. Embora tenha sido aplicado para um único estado da Federação, o estudo pode facilmente ser replicado para outros estados, pois todas as informações usadas estão disponíveis para todas as Unidades da Federação.

Referências

- AGASISTI, T. The efficiency of Italian secondary schools and the potential role of competition: a data envelopment analysis using OECD-PISA2006 data. *Education Economics*, 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*, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, 1984.
- BARBOSA FILHO, F. H.; PESSÔA, S. A.; VELOSO, F. A. Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira com ênfase no capital humano-1992-2007. *Revista Brasileira de Economia*, v. 64, n. 2, p. 91–113, 2010.
- BHAT, R.; VERMA, B. B.; REUBEN, E. Hospital efficiency: an empirical analysis of district hospitals and grant-in-aid hospitals in Gujarat. *Journal of Health Management*, v. 3, n. 2, p. 167–197, 2001.
- BRASIL. LEI No 9.394. Diretrizes e Bases da Educação Nacional, 1996.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978.
- DELGADO, V. M. S. Estudo sobre um ranking municipal de eficiência escolar em Minas Gerais. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, v. 2, n. 1, 2008.
- DELGADO, V. M. S.; MACHADO, A. F. Eficiência das escolas públicas estaduais de Minas Gerais. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 37, n. 3, 2007.
- DIEL, E. H.; DIEL, F. J.; SCHULZ, S. J.; CHIARELLO, T. C.; ROSA, F. S. DA. Desempenho de Municípios Brasileiros em Relação à Estratégia de Investimento Público em Educação. *Desenvolvimento em Questão*, v. 12, n. 26, p. 79–107, 2014.
- FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, v. 120, n. 3, p. 253–290, 1957.
- FRAGA, G. J.; BACHA, C. J. C. Abertura comercial, capital humano e crescimento econômico no Brasil. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 43, n. 2, 2013.
- 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*, v. 43, n. 2, p. 271–299, 2013.
- GRAMANI, M. C. A desigualdade socioeconômica afeta mais municípios menos favorecidos? *Cadernos de Pesquisa*, v. 47, n. 164, p. 470–494, 2017.
- HAIR, J. F.; RINGLE, C. M.; SARSTEDT, M. PLS-SEM: Indeed a silver bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, v. 19, n. 2, p. 139–152, 2011.

- HU, Y.; ZHANG, Z.; LIANG, W. Efficiency of primary schools in Beijing, China: an evaluation by data envelopment analysis. *International Journal of Educational Management*, v. 23, n. 1, p. 34–50, 2009.
- LAU, L. J.; JAMISON, D. T.; LIU, S.-C.; RIVKIN, S. Education and economic growth: Some cross-sectional evidence from Brazil. *Journal of Development Economics*, v. 41, n. 1, p. 45–70, 1993.
- MACÊDO, F. F. R. R.; KLOEPPPEL, N. R.; JÚNIOR, M. M. R.; SCARPIN, J. E. Análise da eficiência dos recursos públicos direcionados à educação: estudo nos municípios do estado do Paraná. *Administração Pública e Gestão Social*, v. 7, n. 2, p. 54–62, 2015.
- MANCIBON, M. J.; MOLINERO, C. M. Performance in primary schools. *Journal of the Operational Research Society*, p. 843–854, 2000.
- MARINHO, A. Estudo de eficiência em alguns hospitais públicos e privados com a geração de rankings. *Revista de Administração Pública*, v. 32, n. 6, 1998.
- MARLIN, B.; SOHN, H. Using DEA in conjunction with designs of experiments: an approach to assess simulated futures in the Afghan educational system. *Journal of Simulation*, v. 10, n. 4, p. 272–282, 2016.
- MIZALA, A.; ROMAGUERA, P.; FARREN, D. The technical efficiency of schools in Chile. *Applied Economics*, v. 34, n. 12, p. 1533–1552, 2002.
- RAY, S. C. Resource-use efficiency in public schools: A study of Connecticut data. *Management Science*, v. 37, n. 12, p. 1620–1628, 1991.
- ROSANO-PEÑA, C.; ALBUQUERQUE, P. H. M.; MARCIO, C. J. A eficiência dos gastos públicos em educação: evidências georreferenciadas nos municípios goianos. *Economia Aplicada*, v. 16, n. 3, p. 421–443, 2012.
- SAVIAN, M. P. G.; BEZERRA, F. M. Análise de eficiência dos gastos públicos com educação no ensino fundamental no estado do Paraná. *Economia & Região*, v. 1, n. 1, p. 26–47, 2013.
- SCARPIN, J. E.; MACÊDO, F. F. R. R.; STAROSKY FILHO, L.; JÚNIOR, M. M. R. Análise da eficiência dos recursos públicos direcionados à educação: estudo nos municípios do estado de Santa Catarina. *Gestão Pública: Práticas e Desafios*, v. 3, n. 6, p. 27–48, 2012.
- 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*, v. 39, p. 219–242, 2012.
- SIMAR, L.; WILSON, P. W. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of Econometrics*, v. 136, n. 1, p. 31–64, 2007.
- SUTHERLAND, D.; PRICE, R.; GONAND, F. *Improving public spending efficiency in primary and secondary education*. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), 2007.
- TROMPIEIRI NETO, N.; COSTA, L. O.; MEDEIROS, C. N.; KENNEDY, F. Análise Da Eficiência das escolas estaduais Cearenses. Instituto De Pesquisa E Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), Fortaleza, 2014. (Textos para Discussão, n. 108)

WANKE, P.; BLACKBURN, V.; BARROS, C. P. Cost and learning efficiency drivers in Australian schools: a two-stage network DEA approach. *Applied Economics*, v. 48, n. 38, p. 3577–3604, 2016.

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*, v. 6, n. 3, p. 348–372, 2013.